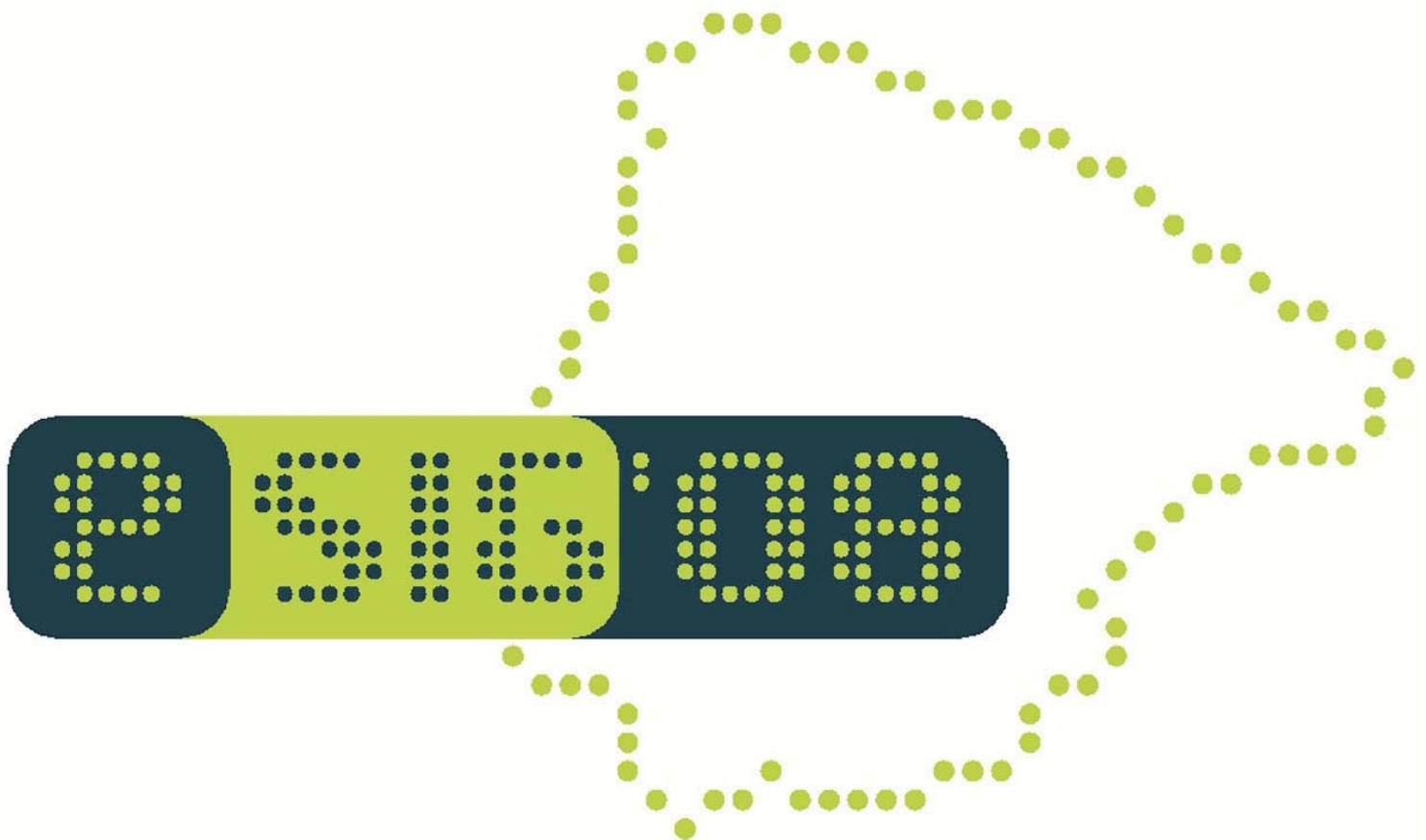




Universidade do Minho

Jorge Gustavo Rocha (Editor)

Actas do X Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica



TagusPark, Oeiras, 14, 15 e 16 de Maio de 2008

Jorge Gustavo Rocha (Editor)
Universidade do Minho

Actas do X Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica
TagusPark, Oeiras
Maio de 2008

Conteúdo

Índice de Autores

Índice de Autores

Organização

Prefácio

I	Ambiente e Recursos	1
	Corredores de ligação entre áreas protegidas com base num gradiente de perturbações ambientais derivado das actividades humanas	
	Ana Luisa Gomes	3
	GUIOMAR: Geographical User Interface for cOastal and MARine modeling: Presente e Futuro	
	Ana Catarina Zózimo, Conceição Fortes	17
	Estudo piloto para definição da metodologia a adoptar por Portugal para prestação de informação no âmbito do sector LULUCF da UNFCCC e do Protocolo de Quioto	
	Maria Pereira, Ana Luz, Mário Caetano	29
	SIG E QUALIDADE DA ÁGUA — Interligação de Sistemas e Modelação Hidráulica da Qualidade	
	Luiz Araújo, Sofia Coelho, Catarina Fernandes, Cristina Paiva, André Pina et al	45
	A utilização de SIG na Prospeção de Pegmatitos Litíferos no Norte de Portugal	
	Alexandre Lima, Romeu Vieira, Tania Martins, Francisco Da Silva, Fernando Noronha et al	53
	Resultados preliminares da aplicação de um modelo heurístico, em ambiente SIG, para caracterização das condições hidrodinâmicas em meio rochoso fracturado (rochas granitóides)	
	José Lourenço, Alcino Oliveira, Luís Sousa	63
	Estimação da distribuição histórica da população global: modelação multi-temporal da população para estudos de urbanização e alterações ambientais	
	Sérgio Freire, Johannes Feddema	75
	Ferramentas SIG aplicadas à cartografia de Recursos Naturais na Serra de Monchique, sul de Portugal (VALEMON)	
	Victor Correia, Carlos Sousa, Tomasz Boski, William Simonson	89
	Elaboración de un mapa de topónimos y su integración en un SIG para la valoración de la evolución del Paisaje	
	Manuel Betegón Baeza, Luis Carlos Fernández García	101
II	Os Sistemas de Informação Geográfica na Saúde	125
	Os SIG e a probabilidade da Influenza Aviária chegar a Portugal através de patos selvagens	
	José Gaspar, David Rodrigues	127
	Portal M.A.I.S (Mapas de Apoio Interactivo à Saúde)	
	Patrícia Silva, Jorge Gustavo Rocha	135

III Os Sistemas de Informação Geográfica na Web	149
WebGIS OpenSource no Apoio à Consultadoria e Gestão Agro-Florestal: O “Eco@gro Digital”	
André Barriguinha, Paulo Ribeiro, Pedro Cabral	151
Visor del Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas en España	
Emilio López Romero	163
CartoCiudad: Base de datos oficial de red viaria nacional, de acceso público a través de servicios OGC	
Alicia González Jiménez, Juan Emilio Ayuso González, Ana Velasco Tirado, Julián González García, Ángel García San Román et al	173
Geoportal do Norte Alentejano	
Dália Nunes, Joana Patrício, Luís Serra, André Silva	187
Cartografia Multicodificada na Web	
Leonardo Andrade, João Marnoto	199
ZoomAzores: Serviços de Mapas Dinâmicos Aplicados ao Turismo na Natureza	
Francisco Silva, Pedro Cabral	203
IV Ciências da Informação Geográfica	213
Modelo de Análise Espacial para Avaliação da Multifuncionalidade Potencial do Espaço	
Nuno Guiomar, João Paulo Fernandes, Nuno Neves	215
V Desastres Naturais	227
GIS Seismotectonic database for mainland Portugal	
Ícaro Silva, Inês Cruz, João Gomes, Ana Costa, Pedro Almeida et al	229
Contributo dos SIG para a automatização dos processos ligados à elaboração de cartografia de perigo de incêndio florestal nas autarquias	
Tanya Esteves, Ângela Freitas, João Rocha, Carlos Bacelo, Ana Rita Calvão	239
Do dia para a noite: modelação em SIG da distribuição espacial e temporal da população com alta resolução para avaliação de risco e gestão de emergências	
Sérgio Freire	255
Utilização de Modelo Hidráulico Associado a um SIG para a Delimitação de Zonas Inundáveis	
Fernanda Fiúza, Maria Madalena Moreira	269
Sistemas de Gestão de Situações de Emergência — Risco Sísmico no Centro Histórico de Lagos	
Adelina Basílio	287
VI Detecção Remota	299
Extracção de objectos geográficos em áreas urbanas densas a partir de imagens de satélite com alta resolução espacial	
Sérgio Freire, Teresa Santos, José António Tenedório, Ana Fonseca	301
Satélite DEIMOS-1	
Elsa Alexandrino	315
Influência das características técnicas das imagens de satélite na produção de cartografia de ocupação do solo: estudo baseado em imagens MERIS e AWiFS	
Hugo Costa, António Araújo, Hugo Carrão, Mário Caetano	325
Análise de Textura de Dados Orbitais Spot 5 para Produção de Cartografia de Ocupação do Solo sobre a Área Metropolitana de Lisboa	
José António Tenedório, Nuno Gaspar, Luís Dias, Jorge Rocha, Sara Encarnação et al	343
Aplicação da Detecção Remota à actualização da distribuição parcelar do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica no Concelho do Seixal	
Daniel Pimentel, Tatiana Plantier, Vanda Bica, Ana Navarro, Mário Caetano	361
Vectorización automática de vías urbanas mediante análisis de imágenes en espectro visible e infrarrojo	
Angela Alonso, Francisco Fernández, Rubén García, Gemma Huerta, Joaquín Balsera	379

Estudo Sobre um Futuro Aumento da Resolução Espacial dos Sensores de Muito Grande Resolução Espacial	
Luisa Gonçalves, Eduardo Júlio, Mário Caetano	393
Justificação de um modelo urbano 3D preciso: o caso de Genebra	
Claúdio Carneiro, Jorge Gustavo Rocha	407
Estudo da alteração da cobertura do solo no Parque Nacional da Peneda Gerês (1995 e 2007). Análise temporal dos padrões espaciais e avaliação quantitativa da estrutura da paisagem	
Helder Viana, José Aranha	423
 VII e-Government	437
O diagnóstico e as propostas no desenvolvimento de SIG municipais na região da VALIMAR ComUrb	
Joaquim Alonso, Pedro Castro, Juan Rey-Graña, Sílvia Machado, Sandra Fernandes .	439
Sistema de Informação da Vinha e do Vinho: A gestão do Potencial Vitícola on-line — SiGPV	
Ana Luz, António Lopes	449
 VIII Formação	457
Análise do Desenvolvimento Sustentável em Portugal — Uma abordagem SIG proposta pelos alunos da EPCG	
Alexandre Conceição, Emanuel Medeiros, Hermínia Matola, Rafael Oliveira, Tiago Mendes et al	459
Projecto ConTIG - As Tecnologias de Informação Geográfica no Ensino-Aprendizagem	
Madalena Mota, Marco Painho, Paula Curvelo, Óscar Vidal	469
Distância Física Vs Distância Social	
Miguel Peixoto, Marco Painho, Roberto Henriques, Miguel Neto, Ana Maria Correia	483
 IX Infra-estruturas de Dados Espaciais	493
IDE-OTALEX — Infra-estrutura de Dados Espaciais transfronteiriça Alentejo Extremadura	
Teresa Batista, Fernando Ceballos, Carmén Caballero, António Rodríguez, Pedro Vivas et al	495
La IDE de España vista como una caja de Herramientas compuesta de Servicios Web	
Paloma Abad, Antonio Rodríguez Pascual, José Ángel Alonso, Alejandra Sánchez Maganto, Carlos González et al	509
Interoperabilidade para IDE & Portais de Informação ambiental	
Carlos Figueiredo, Gonçalo Revez, Henrique Silva, Eduardo Taborda, Dirk Tilsner .	521
eSDI-Net+ — Rede europeia para a reutilização e enriquecimento de Informação Geográfica	
Rui Manuel Dias	543
Infra-Estrutura de Informação Geográfica Regional da Área Metropolitana de Leiria	
Fernando Cruz, Valério António	551
 X Ordenamento	577
SIG na avaliação de alternativas para a localização do Novo Aeroporto de Lisboa	
Sérgio Bento, Raquel Pinho, Miguel Coutinho, Carlos Borrego	579
Gis for Road Maintenance: a Case of Study in Spain	
Luis Fernández Seoane, Víctor Gómez Frías, Silvia Menchén, Mariano Sanchez Mata	589
Os SIG na delimitação da RAN e REN — Proposta elaborada no âmbito da revisão do PDM de Loures	
Ana Vidigal	603
Planeamento do uso do solo ao nível da paisagem — utilização de modelos sólidos (3D) para promoção da participação pública	
José Gaspar, Beatriz Fidalgo, Carlos Coucelo	615

Carta de Equipamentos do Concelho de Albergaria-a-Velha	
Ana Rita Calvão, Ana Rita Melo, Samuel Costa, Sónia Ferreira	621
Sistema de Informação Territorial e Sectorial para a Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho	
Joaquim Alonso, Juan Rey-Graña, J. Mamede, H. Martins, P. Castro	637
O papel dos SIG na concepção e gestão de parques patrimoniais — o caso do parque Patrimonial do Mondego	
Nuno Martins, Cláudia Costa	649
O cadastro na região transfronteiriça Alentejo-Extremadura — Estado da Arte	
Vanda Machado, Ignacio Fernández, Teresa Batista, Maria Ángeles Solana, Amalia Velasco	669
Sistema de Informação do Cadastro Rústico — Procedimentos de Actualização dos Dados	
Teresa Mira, Vanda Bica	701
Como abordar os transportes ao nível concelhio	
Vanda Dias, Olinda Pereira	721
Urban Harvest Mapping Tool — Wageningen's study case	
Ricardo Ribeiro Barranco	737
 XI Produção, Qualidade e Desenvolvimento	 749
Concepção e desenvolvimento das especificações técnicas da nova Carta de Ocupação do Solo de Portugal Continental	
Mário Caetano, Vasco Nunes, António Araújo	751
Avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo através de funções <i>fuzzy</i>: Primeira abordagem	
Pedro Sarmento, Hugo Carrão, Mário Caetano	771
Deteção e medição de recuos nas arribas no litoral do Algarve para integração em SIG	
Rita Matildes, Paula Redweik, Fernando Marques, L. Santos	791
Avaliação da Qualidade Temática: Completude e Exactidão	
João Marnoto	803
Modelo de Dados Sócio-Económico e Físico-Ambiental do Observatório Territorial Alentejo-Extremadura: Análise, Desenvolvimento e Resultados	
Antonio Mateos, Hugo Lopes, Ana Roldão, Victor Vaquero, Eva Flores	825
Ocupação do solo: passado, presente e futuro. O contributo do <i>Land Change Modeler</i> para o estudo da ocupação do solo e para a elaboração de Instrumentos de Gestão Territorial	
Aníbal Monteiro Almeida, Pedro Sevinete Pinto	839
A Informação Geográfica da Lisboa Verde. Como mantê-la?	
Margarida San-Payo, Hugo Poeira, Tiago Aleixo, Alexandre Marques	855
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA — O essencial para o sector das águas	
Adriana Espanha, Ana Soares, Carlos Diniz, Catarina Sousa, Célia Reis et al	867
Adopção de Sistemas de Referenciação Geográfica Globais	
José Alberto Gonçalves	877
Recolha de Dados Geográficos Digitais de Arruamentos e Respectivos Endereços Postais, para actualização da Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) do Instituto Nacional de Estatística (INE), para os Censos de 2011	
Miguel Mendes, Astride Monteiro, Tiago Freitas	887
 XII Aplicações Móveis	 897
SMITA: Serviços SIG-Móveis para a Promoção Turística no Algarve	
Carlos Figueiredo, Frédéric Lehoudey, César Morgadinho, Dirk Tilsner	899
SGROIF - Sistema de Informação e Apoio à Decisão para uma Gestão Eficiente dos Riscos e Ocorrências de Incêndios Florestais	
Carlos Coucelo, Pedro Duarte, Vasco Sousa, Nuno Santos Loureiro	921

ngMobile: Plataforma distribuída para gestão de conteúdos geográficos em ambientes de mobilidade	
Sérgio Freitas	945
XIII Software Aberto para Sistemas de Informação Geográfica	949
Gestão da Cartografia 10k Oficial e Homologada com Software Livre	
Artur Bonnet, João Cordeiro, Paulo Martins, Jorge Pinto, António Silva et al	951
El Capítulo Local OSGeo para la comunidad hispano-hablante	
Jorge Gaspar Sanz Salinas, Víctor Olaya, Lorenzo Becchi, Miguel R. Luaces	967
El nodo ideAC: El nodo de la Diputación de A Coruña de la IDE de España	
Pedro A. González, Miguel Lorenzo, Miguel R. Luaces, David Trillo	975
Índice de Palavras Chave	983
Índice de Palavras Chave	983

Índice de Autores

Adelina Basílio, 287
Adriana Espanha, 866
Alcino Oliveira, 63
Alejandra Sánchez Maganto, 508
Alexandre Conceição, 459
Alexandre Lima, 52
Alexandre Marques, 855
Alicia González Jiménez, 172
Amalia Velasco, 669
Ana Catarina Zózimo, 17
Ana Costa, 229
Ana Fonseca, 301
Ana Luisa Gomes, 3
Ana Luz, 29, 449
Ana Maria Correia, 482
Ana Navarro, 361
Ana Rita Calvão, 239, 621
Ana Rita Melo, 621
Ana Roldão, 824
Ana Soares, 866
Ana Velasco Tirado, 172
Ana Vidigal, 602
André Barriguinha, 151
André Pina, 44
André Silva, 187
Ángel García San Román, 172
Angela Alonso, 379
Ângela Freitas, 239
Aníbal Monteiro Almeida, 839
António Araújo, 325, 751
António Lopes, 449
Antonio Mateos, 824
Antonio Rodríguez Pascual, 495, 508
António Silva, 951
Artur Bonnet, 951
Astride Monteiro, 887

Beatriz Fidalgo, 614

Carlos Bacelo, 239
Carlos Borrego, 579
Carlos Coucelo, 614, 921
Carlos Diniz, 866
Carlos Figueiredo, 520, 899
Carlos González, 508
Carlos Sousa, 88
Carmén Caballero, 495
Catarina Fernandes, 44
Catarina Sousa, 866
Célia Reis, 866
César Morgadinho, 899
Cláudia Costa, 648
Claúdio Carneiro, 406
Conceição Fortes, 17
Cristina Paiva, 44

Dália Nunes, 187

Daniel Pimentel, 361
David Rodrigues, 127
David Trillo, 974
Dirk Tilsner, 520, 899

Eduardo Júlio, 392
Eduardo Taborda, 520
Elsa Alexandrino, 315
Emanuel Medeiros, 459
Emilio López Romero, 162
Eva Flores, 824

Fernanda Fiúza, 269
Fernando Ceballos, 495
Fernando Cruz, 550
Fernando Marques, 790
Fernando Noronha, 52
Francisco Da Silva, 52
Francisco Ortega Fernández, 379
Francisco Silva, 202
Frédéric Lehoudey, 899

Gemma Martínez Huerta, 379
Gonçalo Revez, 520

H. Martins, 636
Helder Viana, 422
Henrique Silva, 520
Hermínia Matola, 459
Hugo Carrão, 325, 771
Hugo Costa, 325
Hugo Lopes, 824
Hugo Poeira, 855

Ícaro Silva, 229
Ignacio Fernández, 669
Inês Cruz, 229

J. Mamede, 636
Joana Patrício, 187
João Cordeiro, 951
João Gomes, 229
João Marnoto, 198, 803
João Paulo Fernandes, 215
João Rocha, 239
Joaquim Alonso, 439, 636
Joaquín Villanueva Balsera, 379
Johannes Feddema, 75
Jorge Gaspar Sanz Salinas, 967
Jorge Gustavo Rocha, 135, 406
Jorge Pinto, 951
Jorge Rocha, 342
José Alberto Gonçalves, 876
José Ángel Alonso, 508
José António Tenedório, 301, 342
José Aranha, 422
José Gaspar, 127, 614

- José Lourenço, 63
Juan Emilio Ayuso González, 172
Juan Rey-Graña, 439, 636
Julián González García, 172
- L. Santos, 790
Leonardo Andrade, 198
Lorenzo Becchi, 967
Luis Carlos Fernández García, 100
Luís Dias, 342
Luis Fernández Seoane, 589
Luís Serra, 187
Luís Sousa, 63
Luisa Gonçalves, 392
Luiz Araújo, 44
- Madalena Mota, 468
Manuel Betegón Baeza, 100
Marco Painho, 468, 482
Margarida San-Payo, 855
Maria Ángeles Solana, 669
Maria Madalena Moreira, 269
Maria Pereira, 29
Mariano Sanchez Mata, 589
Mário Caetano, 29, 325, 361, 392, 751, 771
Miguel Coutinho, 579
Miguel Lorenzo, 974
Miguel Mendes, 887
Miguel Neto, 482
Miguel Peixoto, 482
Miguel R. Luaces, 967, 974
- Nuno Gaspar, 342
Nuno Guiomar, 215
Nuno Martins, 648
Nuno Neves, 215
Nuno Santos Loureiro, 921
- Olinda Pereira, 721
Óscar Vidal, 468
- P. Castro, 636
Paloma Abad, 508
Patrícia Silva, 135
Paula Curvelo, 468
Paula Redweik, 790
Paulo Martins, 951
Paulo Ribeiro, 151
Pedro A. González, 974
Pedro Almeida, 229
Pedro Cabral, 151, 202
Pedro Castro, 439
Pedro Duarte, 921
Pedro Sarmento, 771
Pedro Sevinete Pinto, 839
Pedro Vivas, 495
- Rafael Oliveira, 459
Raquel Pinho, 579
Ricardo Ribeiro Barranco, 736
Rita Matildes, 790
- Roberto Henriques, 482
Romeu Vieira, 52
Rubén García, 379
Rui Manuel Dias, 543
- Samuel Costa, 621
Sandra Fernandes, 439
Sara Encarnação, 342
Sérgio Bento, 579
Sérgio Freire, 75, 255, 301
Sérgio Freitas, 945
Sílvia Machado, 439
Silvia Menchén, 589
Sofia Coelho, 44
Sónia Ferreira, 621
- Tania Martins, 52
Tanya Esteves, 239
Tatiana Plantier, 361
Teresa Batista, 495, 669
Teresa Mira, 700
Teresa Santos, 301
Tiago Aleixo, 855
Tiago Freitas, 887
Tiago Mendes, 459
Tomasz Boski, 88
- Valério António, 550
Vanda Bica, 361, 700
Vanda Dias, 721
Vanda Machado, 669
Vasco Nunes, 751
Vasco Sousa, 921
Victor Correia, 88
Victor Gómez Frías, 589
Víctor Olaya, 967
Victor Vaquero, 824
- William Simonson, 88

Organização

Comissão Científica

- Jorge Gustavo Rocha, Presidente
- Alexandra Fonseca
- André Marçal
- António Arnaud
- Beatriz Condessa
- Diogo de Abreu
- Fernando Bação
- João Catalão
- João Matos
- José Alberto Gonçalves
- José António Tenedório
- José Luís Zêzere
- Júlia Seixas
- Marco Painho
- Mário Caetano
- Mário Gaspar da Silva
- Nuno Neves
- Rui Pedro Julião
- Rui Taborda

Comissão Organizadora

- Miguel Peixoto, Presidente
- Ana Sousa
- João Geirinhas
- Lucília Gaspar
- Rui Dias
- Rui Pedro Julião

Contacto

- Isabel Barros, Directora Executiva
- Vanessa Sebastião

Prefácio

É com orgulho que se juntam pela décima vez os utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) em Portugal.

A noção de utilizador não é a de consumidor de aplicações SIG. É assumida num sentido lato, daquele que recorre aos SIG nalguma faceta da sua actividade, seja ela de investigação, desenvolvimento, formação, administração, gestão, ou comercial.

Por isso mesmo, estes encontros reúnem uma diversidade invejável de profissionais, e esta constitui uma das maiores virtudes do ESIG. A diversidade também pode criar alguma dispersão, se os assuntos não forem abordados com profundidade, se não estiverem presentes de alguma forma as últimas novidades na área, se as apresentações convidadas não forem motivo de inspiração e semente de novas ideias, entre outros.

Motivou-nos procurar este ponto de equilíbrio entre um encontro de utilizadores e um evento com discussões aprofundadas, sobre temas recentes, mais típico de conferências com cariz científico. Este equilíbrio tem sido o sucesso das edições anteriores.

Nesta décima edição, pareceu-nos que deveria ser promovida a qualidade das comunicações, e que deveriam ser publicadas as actas da conferência. Foram submetidos a revisão 98 artigos, sendo 6 destes referentes a posters. No total, foram feitas 168 revisões pela Comissão Científica, donde resultaram inúmeros contributos para as comunicações finais.

Os prazos apertados só nos permitiram receber, a tempo de incluir nas actas, 69 dos 85 artigos que serão apresentados. Estas serão editadas pela Universidade do Minho, e poderão ser facilmente encontradas e consultadas na Web. Além destas actas, as apresentações ficarão disponíveis a partir do endereço <http://esig.di.uminho.pt>, após o nosso encontro.

Como encontro, este também foi alargado à participação dos colegas de Espanha, com uma notória adesão — é o mesmo interesse que nos reúne.

No anúncio do X ESIG foram propostos 12 temas, que utilizamos para organizar as actas do encontro. Estas terminam com um índice de palavras-chave utilizadas pelos próprios autores. No índice de autores optamos por só considerar os 5 primeiros de cada artigo.

Por fim, agradeço a honra de ter presidido a esta Comissão Científica e agradeço a colaboração de todos os colegas desta comissão. À Comissão Organizadora dou os meus parabéns por todo o empenho e dedicação demonstrados.

A vós, autores e participantes, desejo um óptimo encontro.

Jorge Gustavo Rocha
Universidade do Minho

Parte I

Ambiente e Recursos

Corredores de ligação entre áreas protegidas com base num gradiente de perturbações ambientais derivado das actividades humanas

Ana Luisa Gomes

Instituto Geográfico Português – IGP,

Rua Artilharia Um, 107, Lisboa, Portugal

(luisa.gomes@igeo.pt)

Resumo

Durante os últimos séculos, com a expansão das áreas urbanas, da rede de infra-estruturas e com a intensificação da actividade agrícola e da pastorícia, assiste-se a uma progressiva fragmentação da paisagem. A perda, a degradação e a fragmentação dos *habitats* constituem as principais ameaças à sobrevivência de numerosas espécies, com a consequente redução da biodiversidade.

Para contrariar esta perda de biodiversidade, como consequência do isolamento dos *habitats*, é importante assegurar a ligação entre as áreas protegidas de forma a permitir a migração de espécies e a troca genética entre as populações dos *habitats* fragmentados. Actualmente, as emergentes alterações climáticas poderão pressionar a deslocação de espécies para fora das áreas protegidas, como resposta adaptativa à variação das condições ambientais, migração só possível sobre um território favorável.

Com este trabalho pretende-se estudar a possibilidade em identificar corredores de ligação entre as áreas protegidas com base na informação gerada pelo gradiente de perturbações ambientais. Ou seja, delinear caminhos preferenciais para as espécies selvagens sobre um território transformado num gradiente do valor representativo das ameaças derivadas da presença e actividades humanas. Aplicou-se esta metodologia a um caso de estudo específico; o PN Serra da Estrela e a RN Serra da Malcata.

Palavras chave: Corredores ecológicos; conservação da natureza; modelação geográfica.

1. Introdução

Paisagens muito humanizadas, onde a agricultura, a pastorícia e a urbanização do solo, levaram a uma fragmentação da paisagem e ao desenvolvimento de um mosaico paisagístico. Nestas condições, em que se verificaram significativas perdas em importantes *habitats* e em que as áreas com elevados valores naturais se encontram isoladas e sem conectividade, a existência de uma rede de áreas de conservação conectadas através de corredores de ligação, contribui seguramente para uma protecção mais efectiva de um grande número de *habitats* e das respectivas espécies.

O planeamento da conservação tem assumido uma abordagem estática, isto é, as áreas são seleccionadas e geridas de forma a proteger a biodiversidade de hoje ou para restabelecer a paisagem de um histórico recente [1]. Tal abordagem torna-se desadequada num ambiente em rápida mudança. Estudos recentes têm demonstrado que as áreas protegidas provavelmente não irão proteger a biodiversidade num futuro modificado pelas alterações climáticas [2]. As áreas protegidas são geograficamente estáticas e, cada vez mais, isoladas pela destruição dos *habitats* em redor são, portanto, inadequadas para proteger as espécies em deslocação devido às alterações climáticas [3].

Os estudos que têm investigado o potencial impacto da fragmentação dos *habitats* sobre os movimentos das espécies em resposta a uma mudança climática, indicam que a fragmentação vai proporcionar uma verdadeira barreira à circulação de algumas espécies [4]. Esta incapacidade das espécies em se moverem através de ambientes inóspitos irá, provavelmente, impedir expansão das suas fronteiras para fora das áreas protegidas [1]. Para tornar os sistemas de reservas mais eficazes será necessário permitir uma melhor ligação entre as áreas protegidas [5].

Assim, consideramos que, no âmbito do planeamento da conservação, são necessários estudos que apoiem a criação de cenários com propostas de localização de corredores ecológicos de ligação entre as áreas nucleares de conservação. Constituindo estruturas naturais que promovem a continuidade

espacial e a conectividade entre as áreas protegidas, componentes elementares da conservação da Natureza e da Biodiversidade, conceitos basilares de acordo com a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ENCNB).

2. Metodologia

Neste trabalho de investigação aborda-se esta questão da conectividade entre áreas protegidas de forma inovadora, em vez de recorrer a dados relacionados com a presença de determinadas espécies e/ou a ocorrência de certos tipos de *habitats*, utilizou-se como informação de base um gradiente de valores que pretendem traduzir, uma aproximação simplificada, do valor real das ameaças antropogénicas para as espécies selvagens.

Para tal, foi desenvolvida uma metodologia para a modelação geográfica das perturbações ambientais derivadas das actividades humanas. Assim, com base nesta informação geográfica, criou-se uma nova superfície indicadora do grau de dificuldade do afastamento da área protegida, para as espécies mais sensíveis às actividades humanas.

Pretende-se aplicar esta metodologia para o desenvolvimento de cenários com propostas de identificação de corredores de ligação entre as áreas protegidas, com o propósito de apoiar a criação de uma verdadeira *rede* de áreas nucleares de conservação interligadas por corredores ecológicos.

Deste modo, os cenários obtidos são independentes da existência de registos de observação, o que pode ser considerado como um factor vantajoso, uma vez que segundo alguns autores os inventários existentes em Portugal são geralmente incompletos e pouco precisos [6]. No entanto, é importante salientar, a importância dos inventários na posterior validação dos resultados e como apoio aos modelos de decisão.

Os resultados obtidos na elaboração de uma representação espacial da avaliação pericial das perturbações ambientais não são absolutos, estando dependentes da

informação de base e da subjectividade inerente a um sistema pericial. No entanto, considera-se que esta abordagem contribui para uma maior transparência no processo de decisão, com a apresentação dos resultados da análise espacial associados aos critérios atribuídos pelos peritos.

2.1. Gradiente de perturbações ambientais derivadas das actividades humanas

Qualquer modelo que pretenda representar processos naturais é necessariamente uma simplificação da realidade [7]. Os modelos conceptuais são, por excelência, os modelos de descrição das aplicações SIG, na medida em que constituem uma explicitação das estruturas de informação e de processos a implementar. Por sua vez, os sistemas periciais são sistemas que resultam da modelação de conhecimentos fornecidos por um grupo de peritos. A característica específica dos sistemas periciais é a sua função mímica do sistema de pensamento de um grupo de peritos. Assim, é elaborado um conjunto de perguntas que constituem as regras de passagem do sistema pericial [8].

A metodologia desenvolvida centrou-se no objectivo da criação de um sistema pericial para a modelação geográfica das perturbações ambientais provenientes da presença e das actividades humanas. Para tal, foram identificados três grandes temas considerados representativos das ameaças à vida selvagem:

- *Presença humana*; pretende quantificar a perturbação ambiental como consequência directa da dispersão dos indivíduos na paisagem.
- *Poluição do habitat*; pretende quantificar a perturbação ambiental proveniente da degradação da paisagem, englobando as fontes poluentes lineares e pontuais.
- *Ocupação do solo*; pretende quantificar a artificialidade da paisagem, no sentido de traduzir a intervenção humana.

Cada um destes grandes temas indicadores das principais perturbações ambientais é constituído por um conjunto de variáveis espaciais que pretendem representar os diversos impactes provenientes das actividades humanas. Desta forma, estes temas podem ser representados de forma contínua no território, criando um gradiente de valores entre os respectivos extremos (Figura 1)

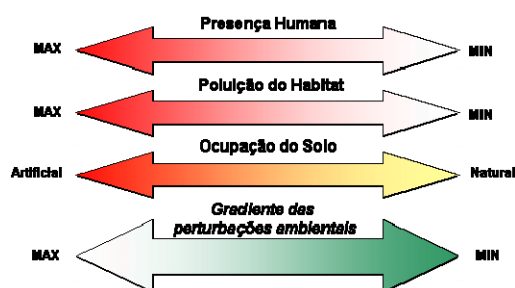


Figura 1 – Principais temas relacionados com o valor das perturbações ambientais.

Para obter uma cartografia do gradiente das perturbações ambientais mais aproximada do seu real valor, recorreu-se a um sistema pericial multi-critério, com a consulta a inúmeros peritos na área do ambiente e da conservação. O sistema pericial desenvolvido, consiste na aplicação *Wilderness* construída em *Visual Basic* (VB) sobre o ambiente SIG, de acordo com os processos metodológicos desenvolvidos no modelo conceptual para a modelação espacial das ameaças à vida selvagem. A estrutura da aplicação encontra-se dividida em conformidade com os grandes temas que aglomeram as variáveis espaciais: “*Presença Humana*”, “*Poluição do Habitat*” e “*Ocupação do Solo*”. A interface da aplicação é constituída por um conjunto de formulários que, com o intuito de facilitar a interacção entre o perito e o modelo de dados espacial, permitem ao utilizador introduzir os valores para classificação de todas as variáveis espaciais incluídas no modelo proposto. Os valores são atribuídos de acordo com a percepção individual dos impactes e das amplitudes das perturbações ambientais provenientes das actividades humanas (Figura 2).

Os principais processos de análise espacial, utilizados no cálculo da intensidade e da amplitude das perturbações ambientais, centram-se em processos de análise de vizinhança, reclassificação e álgebra de mapas. O resultado é um contínuo de valores contínuos no território que pretendem traduzir um gradiente das ameaças à vida selvagem. Assim, para cada perito resulta um único e específico modelo pericial que, com base na informação existente no modelo de dados, é composto pelas variáveis cartográficas resultantes da sua percepção dos efeitos e da propagação das perturbações ambientais.

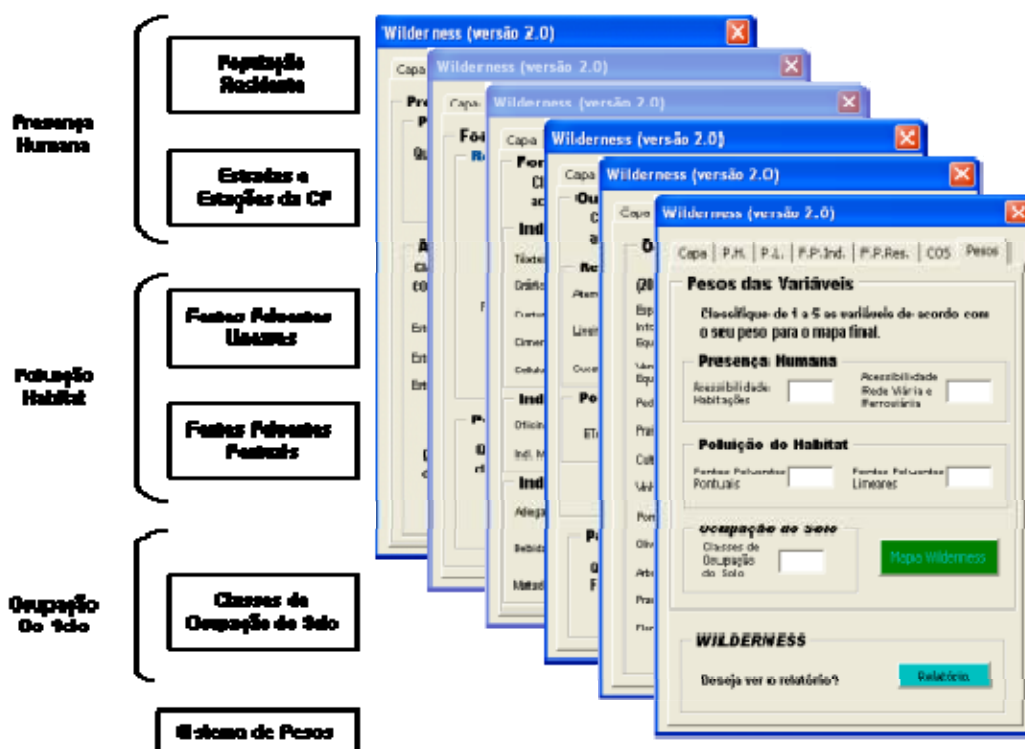


Figura 2 – Interface da aplicação Wilderness

Este método da aplicação de sistemas de suporte à decisão incorporando sistemas periciais, garante transparência no processo de decisão, com a apresentação dos resultados da análise espacial associados aos critérios atribuídos pelos peritos. Trata-se de um processo dinâmico, que permite que os peritos sejam confrontados com os resultados do seu próprio sistema de pensamento, levando-os a ter maior consciência dos seus próprios processos de formalização e a sintonizarem as suas respostas de acordo com a concepção dos fenómenos simulados.

Com o propósito de formar grupos de peritos com características mais homogêneas, foi aplicado um método de análise de agrupamento a todas as variáveis que constituem o modelo de simulação espacial das perturbações derivadas das actividades humanas, obtendo uma representação hierárquica dos modelos na forma de dendograma. Após este agrupamento, seleccionou-se o grupo considerado mais representativo, com cerca de 75% dos inquiridos, como fonte de informação para gerar o gradiente das perturbações ambientais (Figura 3).

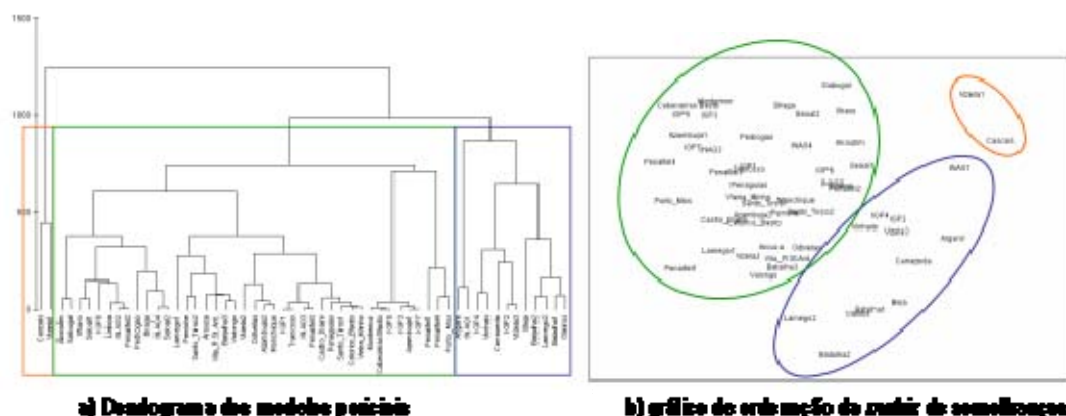


Figura 3 – Dendrograma e gráfico de ordenação dos modelos periciais.

Deste modo, o mapa obtido pela aplicação de todo este processo metodológico, consiste num conjunto de valores, contínuos no território, que traduzem uma aproximação simplificada da pressão humana, directa ou indirecta, sobre os *habitats* (Figura 4).

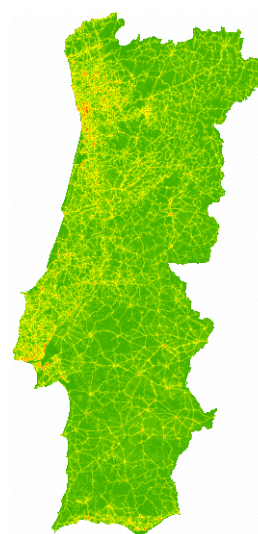


Figura 4 – Gradiente das perturbações ambientais.

Estes resultados não são absolutos, estão dependentes da subjectividade inerente a um sistema pericial. Não obstante, trata-se de uma metodologia de modelação espacial da dispersão das ameaças pelo território facilmente adaptável a novas variáveis e processos de análise espacial. Sendo baseada num processo interactivo, permite que os peritos sejam confrontados com uma avaliação dos seus critérios de avaliação, levando-os a ter maior consciência dos seus próprios processos de conceptualização e formalização de conhecimento sobre os fenómenos e variáveis consideradas.

Consideramos que o gradiente das perturbações ambientais, derivadas das actividades humanas, poderá fornecer uma ajuda efectiva na localização das áreas a conservar, assim como, na delimitação das zonas “tampão” e na definição de corredores de ligação entre áreas protegidas.

2.2. Corredores de ligação entre áreas protegidas

Durante os últimos séculos, com a expansão das áreas urbanas, da rede de infra-estruturas e com a intensificação da actividade agrícola e da pastorícia, foram progressivamente substituindo as grandes manchas de vegetação natural, assistindo-se a uma fragmentação da paisagem [9].

Numerosos estudos confirmam que uma das principais ameaças para a conservação dos ecossistemas, consiste na fragmentação e no isolamento das áreas protegidas, transformando-as em ilhas ecológicas, o que constitui uma ameaça à sobrevivência de numerosas espécies, com a consequente redução da biodiversidade. [10, 11]. Quanto maior for a fragmentação do território, menores são as manchas de habitat contínuo e maior a distância entre *habitats*; assim, as populações isoladas apresentam maiores riscos de extinção [12, 13]. Assim, a existência de corredores de ligação entre as áreas protegidas, é um factor relevante para a persistência das espécies.

Recomendações genéricas, relacionadas com a arquitectura de um sistema de reservas para a conservação, salientam a importância da conectividade entre as áreas. É importante assegurar a ligação entre as áreas protegidas para permitir a migração de espécies e a troca genética entre as populações [14]. Uma estratégia consiste em criar uma rede de reservas ligadas por corredores ecológicos, que permitam a ligação entre as populações dos *habitats* fragmentados [15, 9].

Com a constituição de uma rede de reservas pretende-se propiciar a protecção e a persistência da biodiversidade [16]. Para cumprir com estes objectivos é necessário ter em consideração, não só a representatividade das espécies a proteger, mas o tamanho das áreas protegidas e a conectividade entre elas.

Actualmente, existe outro importante factor que condiciona a persistência das espécies, as alterações climáticas. Ao longo dos últimos 100 anos, o clima da Terra tornou-se mais quente e os regimes de precipitação foram alterados [17].

Muitas espécies serão obrigadas a deslocar-se em resposta às alterações climáticas, muitos desses movimentos já foram detectados, especialmente migrações ascendentes em elevação [18]. As plantas e os animais como resposta às alterações climáticas irão mover-se dentro e fora das áreas protegidas, para percorrer o território até encontrar um habitat que seja adequado, no futuro, este será um dos maiores desafios para muitas espécies [1].

Tradicionalmente, as estratégias de gestão e da conservação da biodiversidade presumiam que a distribuições das espécies tinham uma mudança relativamente lenta, a menos que, fossem directamente afectadas pelas actividades humanas. No entanto, há um crescente consenso de que essas estratégias devem prever os impactos das alterações climáticas [17]. Deste modo, as políticas de conservação estão agora a começar a considerar uma adaptação às alterações climáticas [19].

Actualmente. Devemos esperar que as alterações climáticas conduzam algumas espécies para fora das reservas, a sua persistência só será garantida se forem capazes de se moverem entre as áreas adequadas [20]. Assim, essas espécies só se manterão se poderem colonizar novas áreas, para resolver este problema, torna-se necessário identificar corredores de conectividade entre os *habitats* adequados [21].

As alterações climáticas poderão, por conseguinte, resultar numa dinâmica da actual ocupação das espécies, o que reduz a relevância da actual localização das áreas protegidas em estratégias de conservação futuras. Estudos indicam claramente que as actuais as áreas protegidas, por si só, não serão suficientes para salvaguardar a biodiversidade dos impactos das alterações climáticas, esta perda de biodiversidade pode ser compensada pela criação de corredores que ligam as actuais áreas protegidas [3].

Com este trabalho, pretende-se identificar corredores de ligação entre as áreas protegidas sobre um território transformado num gradiente do valor das perturbações ambientais. Ou seja, delinear caminhos preferenciais para as espécies selvagens com base numa superfície que, supostamente, traduz a dificuldade acumulada em se afastarem da reserva.

Para tal, recorreu-se a funções de arrastamento (*spread*), que consistem em processos de análise espacial, associados aos modelos de dados em formato matricial, caracterizadas por acumularem valores sobre uma superfície de alastramento. Correspondem a funções de análise de conectividade que, com base em relações de propagação num cenário geográfico e dependentes da distância a determinado local, criam uma *superfície de custo*.

Nesta superfície de custo, os fenómenos de propagação estão dependentes da localização das áreas protegidas e nos valores obtidos para o contínuo de valores das perturbações ambientais. Pretende assim, traduzir o valor acumulado da dificuldade das espécies selvagens em percorrer determinada distância relativamente à origem, neste caso, as áreas protegidas (Figura 5).

Este tipo de estudos, com base no cálculo de uma superfície de custo, permite gerar cenários para apoiar a identificação de corredores de ligação entre áreas.

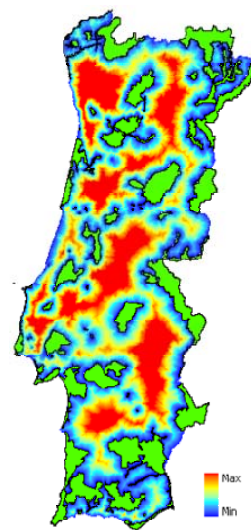


Figura 5 – Superfície de custo.

Como exemplo de aplicabilidade desta metodologia, apresentamos um caso de estudo específico, a identificação de corredores de ligação entre o PN Serra de Estrela e a RN Serra da Malcata. Neste exercício, surge a Figura 6 – c) como um indicador das áreas mais permeáveis à passagem das espécies selvagens, da qual permitiu identificar áreas de estudo preferenciais para constituir propostas de corredores de ligação entre estas áreas protegidas (Figura 6 – e)).

Estes processos promovem a continuidade espacial e a conectividade entre as componentes elementares da conservação da Natureza e da Biodiversidade, conceitos de acordo com o artigo 10 da Directiva Habitats (92/43/CEE) e com a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ENCNB), a qual considera como um dos objectivos fundamentais, o estabelecimento de

corredores ecológicos com a função de salvaguardar a ligação e os fluxos génicos entre as *áreas nucleares* de conservação.

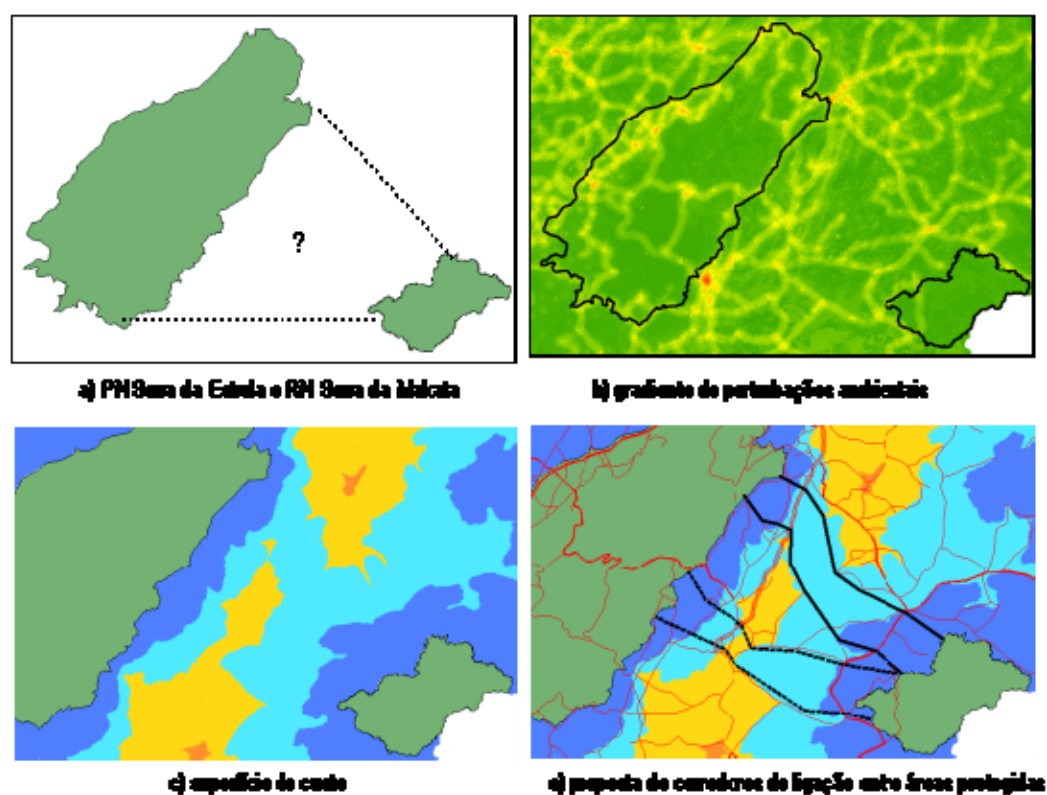


Figura 6 – Proposta de corredores de ligação entre o PN da Estrela e a RN da Malcata.

3. Considerações finais

As respostas da biodiversidade às mudanças do uso da terra e às alterações climáticas estão, cada vez mais, nas prioridades na gestão e planeamento da conservação, apoiadas pelo desenvolvimento de ferramentas geográficas que incorporam previsões dessas alterações [3, 22].

Actualmente, as alterações climáticas representam um desafio para a abordagem convencional da conservação da biodiversidade, que assenta em áreas protegidas fixas, porque com as alterações climáticas é esperado um desvio na distribuição das áreas adequadas para muitas espécies [21]. Os actuais níveis de modificação e fragmentação dos *habitats* reduzem, ainda mais, a capacidade da maioria das espécies para dispersar sobre o território [23].

Assim, para a persistência de algumas espécies estas necessitam de se deslocarem para novas áreas adequadas, o que poderá ser um desafio impossível para muitas delas. Em outras palavras, a actual rede de reservas não é adequada para estas espécies, a menos sejam capazes de se moverem sobre um território favorável [20].

O trabalho desenvolvido centrou-se no propósito de elaboração de cenários com propostas de localização de corredores de ligação entre áreas protegidas, com base na representação espacial de uma avaliação de perturbações ambientais, directas ou indirectas, provenientes das actividades humanas. Partindo do pressuposto de que a superfície de custo, gerada com o gradiente das perturbações ambientais, representa um conjunto de valores contínuos no território, que traduzem uma aproximação simplificada do valor real das ameaças para as espécies selvagens.

Perante o trabalho desenvolvido surgem diversas questões, quer relativamente aos processos metodológicos desenvolvidos quer ao contexto da sua aplicabilidade, questões que poderão ser alvo de desenvolvimentos futuros. Não obstante, os resultados obtidos constituem cenários de partida para o desenvolvimento de novos estudos que apoiem a identificação de territórios favoráveis para a localização de corredores de ligação entre as áreas protegidas, tais como:

- Relacionar os resultados obtidos com a vegetação natural, o tipo de *habitats* e as espécies inventariadas.
- Avaliar as zonas de conflito e os pontos críticos. Pontos onde a conectividade pode, de alguma forma, estar comprometida, quer por actividades humanas ou pela existência de infra-estruturas. Definir as medidas mitigadoras adequadas a aplicar nestes pontos críticos
- Elaborar planos de gestão e ordenamento para os corredores ecológicos, com os objectivos e as medidas necessárias para assegurar a conectividade, incluindo as prioridades de actuação.

A aplicabilidade deste tipo de aproximação metodológica, poderá sempre ser discutível em virtude do carácter eminentemente pericial e subjectivo das avaliações efectuadas. No entanto, considera-se que se trata sobretudo de uma abordagem inovadora que poderá ter uma contribuição significativa para uma melhor conectividade entre as áreas protegidas, com o intuito de constituir uma verdadeira rede para a conservação da vida selvagem.

Referências bibliográficas

- [1] Lawler J. & Mathias, M. (2007) Climate Change and the Future of Biodiversity in Washington. Report prepared for the Washington Biodiversity Council.
- [2] Bengtsson, J., Angelstam, P. & Elmqvist, T. (2003) Reserves, resilience and dynamic landscapes. *Ambio*, **32**, 389-396.
- [3] Hannah, L., Midgley, G., Andelman, S., Araújo, M.B., Hughes, G., Martinez-Meyer, E., Pearson, R. & Williams, P. (2007) Protected area needs in a changing climate. *Frontiers Ecol. Environ.*, **5(3)**, 131–138.
- [4] Opdam, P., & Wascher, D. (2004) Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. *Biological Conservation*. **117**, 285
- [5] Araújo, M. B. & New, M. (2007) Ensemble forecasting of species distributions. *Trends in Ecology and Evolution*, **22**, 42-47.
- [6] Lobo, J. & Martin-Piera, F. (2002) Searching for a predictive model for species richness of Iberian Dung Beetle based on spatial and environmental variables. *Conservation Biology*, **16**, 158-173.
- [7] Salafsky, N., Margoluis, R., Redford, K. & Robinson, J. (2002) Improving the practice of conservation: A conceptual framework and research agenda for conservation science. *Conservation Biology*, **16**, 1469-1479.
- [8] Neves, N. (1996). Aplicação de sistemas de informação geográfica ao planeamento municipal: Desenvolvimento de modelos de simulação e decisão. Tese de Doutoramento, Faculdade de Geografia e História, Universidade de Barcelona.
- [9] Bruinderink, G., Van Der Sluis, T., Lammertsma, D., Opdam, P. & Pouwels, R. (2003). Designing a coherent ecological network for large mammals in Northwestern Europe. *Conservation Biology*, **17**, 549-557.
- [10] Hendee, J.C. & Dawson, C.P. (2001) Stewardship to address the threats to wilderness resources and values. *International Journal of Wilderness*, **7:3**, 4-9.
- [11] Dawson, C.P. & Thorndike, P. (2002) State-designated wilderness programs in the United States. *International Journal of Wilderness*, **8:3**, 21-26.
- [12] Mackey, B., Lesslie, R., Lindenmayer, D., Nix, H. & Incoll, R. (1998) The role of wilderness in nature conservation. *Australian and World Heritage Group*. Environment Austrália. 89p.
- [13] Main, M.B., Roka, F.M. & Noss, R.F. (1999) Evaluating cost of conservation. *Conservation Biology*, **13**, 1262-1272.
- [14] Rouget, M., Cowling, R., Pressey, R. & Richardson, D. (2003) Identifying spatial components of ecological and evolutionary processes for regional conservation planning in the Cape Foristic Region, South Africa. *Diversity and Distributions*, **9**, 191-210.
- [15] Olson, D.M. (2002) Conservation biology for the biodiversity crisis. *Conservation Biology*, **16**, 1-3.

- [16] Rodrigues, A. & Gaston, K. (2001) How large do reserve networks need to be? *Ecology Letters*, **4**, 602-609.
- [17] Araújo, M.B. & Rahbek, C. (2006) How Does Climate Change Affect Biodiversity? *SCIENCE*, **313**, 1396-1397.
- [18] Parmesan, C. (2006) Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* **37**:637-669.
- [19] Thuiller, W., Albert, C., Araújo, M.B., Berry, P., Cabeza, M., Guisan, A., Hickler, T., Midgley, G., Paterson, J., Schurr, F., Sykes, M. & Zimmermann, N (2007) Predicting global change impacts on plant species' distributions: Future challenges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*.8.
- [20] Araújo, M.B., Cabezas, M., Thuiller, W., Hannah, L., & Williams, P. (2004) Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. *Global Change Biology* **10**, 1618–1626.
- [21] Williams, P., Hannah, L., Andelman, S., Midgley, G., Araújo, M., Hughes, G., Manne, L., Martinez-Meyer, E., & Pearson, R. (2005) Planning for Climate Change: Identifying Minimum-Dispersal Corridors for the Cape Proteaceae. *Conservation Biology*, **19**, 1063-1074.
- [22] Pressey, R.L., Cabeza, M., Watts, M.E., Cowling, R.M., Wilson, K.A. (2007) Conservation planning in a changing world. *Trends in Ecology & Evolution*, **22**, 583-592.
- [23] Collingham, Y.C., Huntley, B. (2000) Impacts of habitat fragmentation and patch size upon migration rates. *Ecol. Appl.* **10**, 131–144.

GUIOMAR: Geographical User *Interface* for cOastal and MARine modeling: Presente e Futuro.

Ana Catarina Zózimo¹ e Conceição Fortes²

¹ Eng.^a Ambiente, Bolseira de Doutoramento, ² Eng.^a Civil, Investigadora
Principal

^{1,2} Laboratório Nacional de Engenharia Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066,
Lisboa, +351.21.8443756

aczozimo@lnec.pt, jfortes@lnec.pt

RESUMO

GUIOMAR é um sistema integrado para a modelação da agitação marítima em zonas costeiras, que está a ser desenvolvido para a zona costeira portuguesa, baseado num *software* comercial de Sistemas de Informação Geográfica. Os objectivos principais do sistema são os de proporcionar a utilização simplificada de modelos de propagação da agitação marítima, recorrendo às capacidades inerentes aos SIG, e apoiar a tomada de decisão em estudos de engenharia costeira (correntes e em situações de emergência).

Nesta comunicação, são descritos os desenvolvimentos do sistema GUIOMAR até ao presente e os planeados para o futuro. Serão também apresentados os testes efectuados para analisar a influência da escala dos dados de batimetria nos resultados dos modelos numéricos de propagação de ondas. Os testes são efectuados para a região da praia de São Pedro do Estoril, através da aplicação de um modelo numérico de propagação de ondas a malhas construídas com base em dados batimétricos de diferentes escalas.

Palavras-chave: GUIOMAR, modelos de agitação marítima, SIG, Batimetrias

Agradecimentos

As autoras agradecem o financiamento da Fundação para a Ciência e Tecnologia através dos Projectos POCTI/CTA/48065/2002 e PTDC/AMB/67450/2006. A primeira autora agradece também à Fundação para a Ciência e Tecnologia o financiamento através da Bolsa de Doutoramento SFRH/BD/18183/2004.

1 - INTRODUÇÃO

O conhecimento da agitação marítima é absolutamente necessário para planear as intervenções a efectuar em zonas costeiras, para simular os seus possíveis impactes na envolvente e para planear situações de emergência. Neste âmbito, os modelos de propagação da agitação marítima dão um contributo muito importante, pela sua rapidez, flexibilidade e leque de aplicações. Estas qualidades permitem a simulação de vários cenários, necessitando de elevadas quantidades de dados e originando elevadas quantidades de resultados para cada estudo.

No entanto, para a tomada de decisão acerca de intervenções na zona costeira, é necessário que, da enorme quantidade de resultados obtidos com as simulações e de dados existentes, se retirem as informações relevantes, de forma clara, simples e expedita para a actuação fundamentada e célere dos responsáveis pela decisão.

Os Sistemas de Informação Geográfica, SIG, possuem grandes potencialidades para este fim e são considerados vitais para a compreensão da complexidade dos riscos naturais nos seus contextos espacial e temporal. Tal deve-se à grande capacidade dos SIG para organizar e interpretar grandes quantidades de dados e para extrair informação, rapidamente demonstrando tendências e padrões (essenciais a qualquer tomada de decisão): a informação é separada por temas e armazenada, para que posteriormente possa ser facilmente trabalhada. Assim, surgiu a necessidade de um sistema integrado para a modelação da agitação marítima, aplicado à zona costeira portuguesa e que incluía todas as funcionalidades de um SIG.

Neste âmbito, teve início em Janeiro de 2008 um projecto de investigação financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, o projecto GUIOMAR: Geo(graphical) User *Interface* for cOastal and MARine modeling.

Este Sistema permitirá a utilização simplificada de modelos de propagação da agitação marítima, utilizando as capacidades do SIG para a construção/análise de dados e resultados contribuindo, deste modo, para uma mais eficiente tomada de decisão em estudos de engenharia costeira (correntes e em situações de emergência). Para garantir a robustez e fiabilidade do sistema como auxiliador em processos de tomada de decisão, serão avaliados os erros passíveis de existir a diversos níveis, tais como os associados: aos algoritmos utilizados, ao funcionamento acoplado de modelos, à discretização de uma área através de uma

malha computacional e à interpolação de dados entre malhas de diferentes resoluções.

Nesta comunicação, são descritos o trabalho desenvolvido até à presente data para a construção do sistema GUIOMAR e os desenvolvimentos planeados para o futuro. Serão também apresentados os testes efectuados para analisar a influência da escala dos dados de batimetria nos resultados dos modelos numéricos de propagação de ondas. Estes testes são efectuados para o caso de estudo da praia de São Pedro do Estoril, através da aplicação do modelo numérico de propagação de ondas REF/DIF 1 a malhas construídas com base em dados batimétricos de diferentes escalas.

2 - O SISTEMA GUIOMAR NO PRESENTE

O desenvolvimento do sistema GUIOMAR iniciou-se primeiramente pela realização de duas *interfaces* simples em linguagem de programação VBA para ArcGISTM e de um conjunto de programas de pré e pós processamento em FORTRANTM que permitiam a aplicação dos modelos numéricos de propagação de ondas REF/DIF 1 [1] e DREAMS [2]. Estas *interfaces* permitiam apenas a escolha dos ficheiros de dados a utilizar para a aplicação de cada modelo, a aplicação do respectivo modelo e, finalmente, uma análise simples dos seus resultados. Recentemente, o GUIOMAR sofreu uma importante evolução, no sentido de permitir considerar outros modelos numéricos de propagação de ondas, de permitir outras formas de análise de resultados e de possibilitar a geração de malhas de diferenças finitas e de elementos finitos ([3], [4], [5], [6], [7]).

2.1. Descrição do sistema GUIOMAR

O sistema é constituído por três componentes principais ([4], [5]): um *software* comercial de SIG: ArcGIS 9.0TM, um conjunto de módulos/modelos numéricos de propagação de ondas e outros programas de pré e pós processamento programados em FORTRANTM, e uma *interface* com o utilizador, desenvolvida em VBA for ArcGISTM, que é responsável pela comunicação entre o utilizador e o sistema.

As *interfaces* desenvolvidas até à data para o GUIOMAR são as seguintes:

interface para o modelo SWAN [8], que se baseia na equação da conservação da acção da onda e é capaz de modelar a propagação não linear de agitação marítima, *interface* para os modelos REF/DIF 1 e DREAMS, baseados na equação linear de

ficheiros de acordo com as especificações pré-estabelecidas para um determinado modelo numérico. Se houver alguma falha nos dados introduzidos, o utilizador é notificado com uma mensagem de erro, que se pretende que no futuro indique o local onde ocorreu a incorrecção.

A título de exemplo da *interface* do sistema GUIOMAR, serão apresentadas algumas figuras que ilustram a *interface* desenvolvida para o modelo SWAN, na sua aplicação a um estudo sobre a praia de São Pedro de Estoril. Este modelo permite a geração, propagação e dissipação da agitação marítima em zonas costeiras de grande dimensão.

2.2. Interface para o modelo SWAN

Como ilustração da *interface* desenvolvida para o modelo SWAN, na Figura 2, na Figura 3 e na Figura 4 apresentam-se os formulários que permitem definir, respectivamente, a batimetria da zona em estudo e as suas principais características, as características da condição de agitação incidente e o tipo de resultados pretendidos.

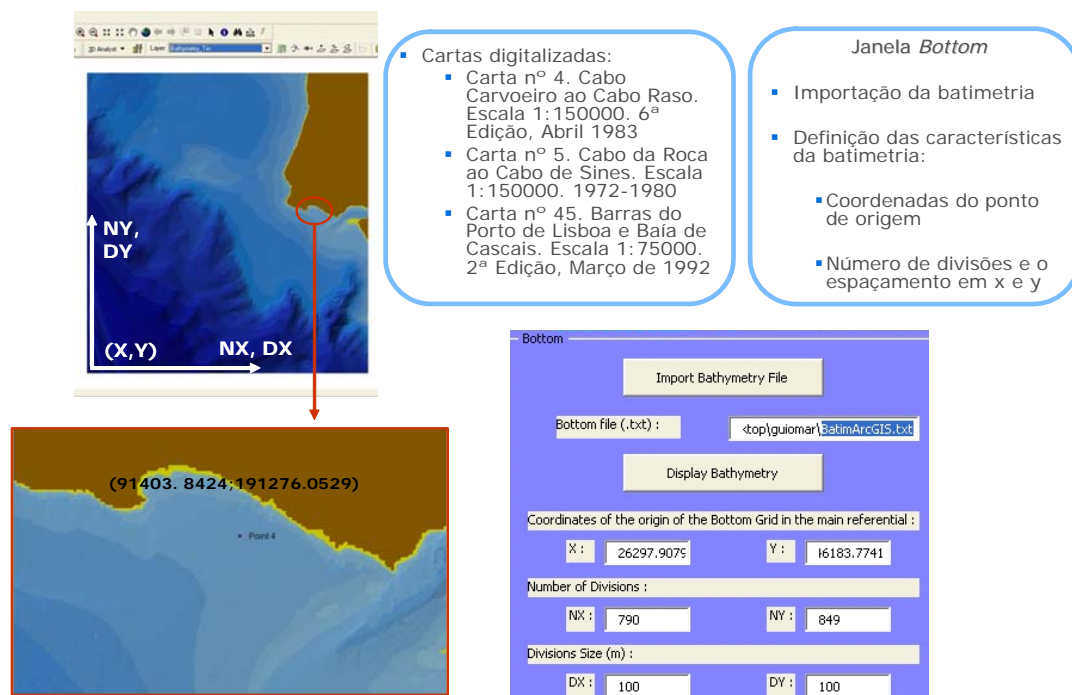


Figura 2. Cartas digitalizadas para a construção da batimetria e especificações na janela “Bottom”.

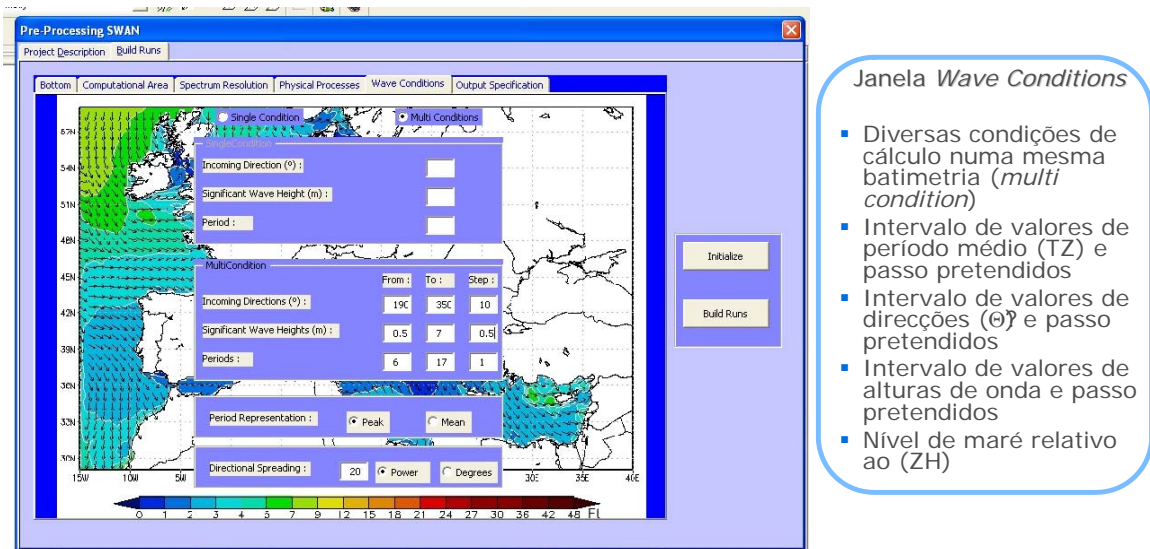


Figura 3. SWAN: Formulário “Wave conditions”, que permite definir as condições de agitação incidente pretendidas para o estudo em causa.

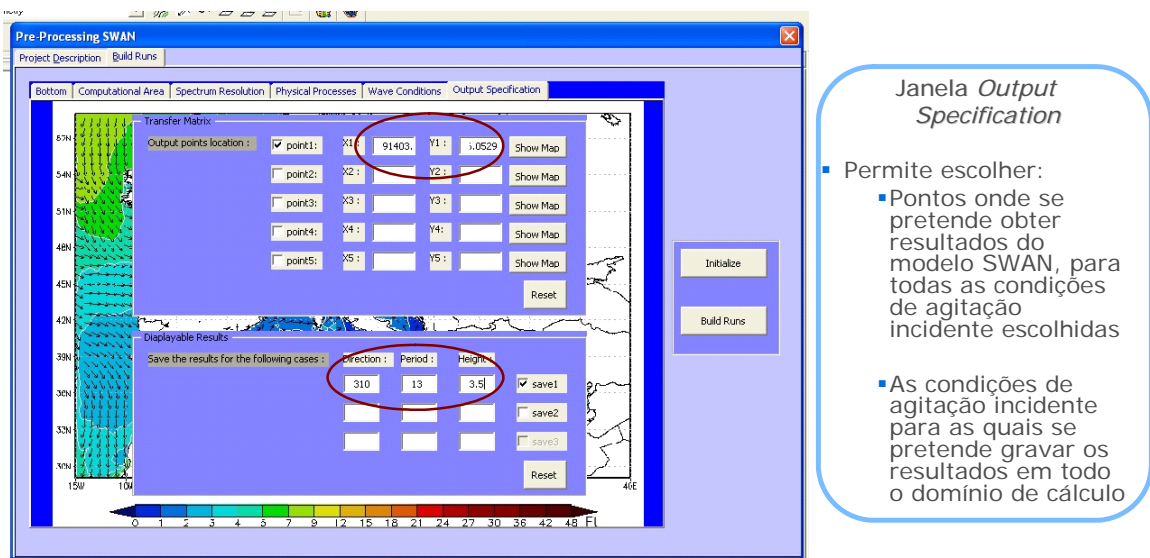


Figura 4. SWAN: Formulário “Output specification”, que permite definir o tipo de resultados pretendidos.

3. O FUTURO DO SISTEMA GUIOMAR

O futuro do sistema GUIOMAR passa obrigatoriamente pela conclusão do seu protótipo, de modo a que este possa ser efectivamente utilizado com fiabilidade, robustez e precisão nos processos de tomada de decisão. Os desenvolvimentos mais importantes que estão projectados são ao nível dos seguintes aspectos:

- Utilização acoplada de modelos numéricos através da *interface*. Devido à complexidade e diversidade dos fenómenos presentes na propagação de ondas em zonas costeiras e às grandes dimensões das áreas de estudo, não existe um modelo que, sozinho, seja capaz de descrever a transformação de ondas desde o

largo até águas pouco profundas, o que leva à necessidade de acoplamento entre vários modelos numéricos. Serão também avaliados os erros associados a este processo de acoplagem e a sua influência no apoio aos processos de tomada de decisão;

- Implementação de procedimentos para a geração automática de malhas (diferenças finitas e elementos finitos) e respectivas fronteiras, que são essenciais para a utilização dos modelos numéricos de propagação de ondas. Determinação dos erros associados aos processos de construção de malhas e fronteiras e de modelos digitais do terreno, e a sua influência nos processos de apoio à tomada decisão;
- Estabelecimento de uma extensão do sistema GUIOMAR para apoio a situações de emergência para o porto de Sines, especialmente no que respeita à análise de riscos e à tomada de decisão em situações de risco. Um dos produtos desta extensão será a elaboração de cartas de risco, que permitirão a definição de níveis de alerta, consoante o clima de agitação marítima previsto.

4. INFLUÊNCIA DA ESCALA DA BATIMETRIA NOS RESULTADOS DOS MODELOS

Um dos dados essenciais para a utilização de modelos numéricos de propagação de ondas é a informação batimétrica da região em estudo. Consequentemente, é da maior importância analisar a influência que a qualidade da informação batimétrica possa ter nos diferentes tipos de resultados dos modelos numéricos de propagação de ondas. De forma a avaliar a referida influência, efectuou-se a aplicação do modelo REF/DIF 1 à zona marítima da Praia de São Pedro do Estoril, considerando diferentes fontes de informação batimétrica. Compararam-se, em seguida, os valores batimétricos, e as alturas e as direcções de onda obtidas com o modelo para cada fonte batimétrica

4.1. Metodologia utilizada

O modelo REF/DIF 1 foi aplicado para o caso de estudo da praia de São Pedro do Estoril, em que todos os parâmetros do modelo, as malhas utilizadas e as condições de agitação incidente foram mantidos constantes, apenas variando a fonte de informação batimétrica. Toda a informação batimétrica utilizada está no

Sistema de coordenadas rectangulares Hayford-Gauss Militares e a coordenada z positiva é referida ao zero hidrográfico (Z.H.).

Foram utilizadas 5 fontes de batimetria, com as seguintes características:

- Batimetria IH2: fornecida pelo Instituto Hidrográfico (IH) em formato digital, com uma malha de pontos (profundidades) com espaçamento de 1000m, construída com base na informação de sondagem disponível no IH;
- Batimetria IH1: fornecida pelo IH em formato digital à escala de 1:150 000, que contém informação relativa aos pontos cotados e às isobatimétricas;
- Batimetria C5: digitalizada no LNEC através da Carta hidrográfica n.º 5, à escala de 1:150 000: Carta Espichel-Sines extraída da carta Roca-Sines, 1:150000, Reimpressão Maio 1984. Contém a informação dos pontos cotados e das isobatimétricas, e de uma malha de pontos com valores interpolados de batimetria, com um espaçamento de 975 m.
- Batimetria SP: construída para um estudo sobre a praia de São Pedro do Estoril em 2007, através dos levantamentos hidrográficos de Alves et al. (2007^{a,b}) e na carta do IH “Carta n.º 45. Barras do Porto de Lisboa e Baía de Cascais”. Escala 1:15000, 2.^a edição, Março de 1992;
- Batimetria A: resultante da junção de 3 bases de dados de batimetria. Os dados mais grosseiros provêm de uma batimetria compilada no LNEC em 1994, em que se juntaram os dados de sondagens, feitas em 1964/67 pelo IH, à escala de 1: 15 000. Os restantes dados são de 1995/96 e 97, à escala de 1: 5000.

Foi criada uma malha para o modelo REF/DIF 1, com um comprimento de 1800 m, uma largura de 1300 m e um espaçamento de 2 m em x e em y . Através do *software* ArcMapTM foram atribuídas as coordenadas z a essa malha, com base nas diferentes informações batimétricas mencionadas acima. Após a aplicação do modelo para as cinco batimetrias diferentes, foram comparados os resultados obtidos em termos de direcções de onda e de alturas de onda em todos os pontos do domínio. Para comparar quantitativamente os resultados obtidos, estes foram tratados da seguinte forma, que permite obter a percentagem de diferença dos resultados, ou de cada informação batimétrica, relativamente à Batimetria SP, que é considerada como a mais correcta, por ter uma maior resolução espacial,

principalmente na zona junto da linha de costa: $\frac{(Bat.* - Bat.SP)}{Bat.SP} * 100$.

As operações de subtração, divisão e de multiplicação para a comparação de resultados foram efectuadas através do *software* ArcGISTM com o Raster Math.

4.3. Apresentação e análise de resultados

Apresentam-se, na Figura 5 e na Figura 6, os resultados obtidos para a comparação de resultados de alturas e de direcções de onda entre a Batimetria IH2 e a Batimetria SP, e a Batimetria C5 e a Batimetria SP, respectivamente.

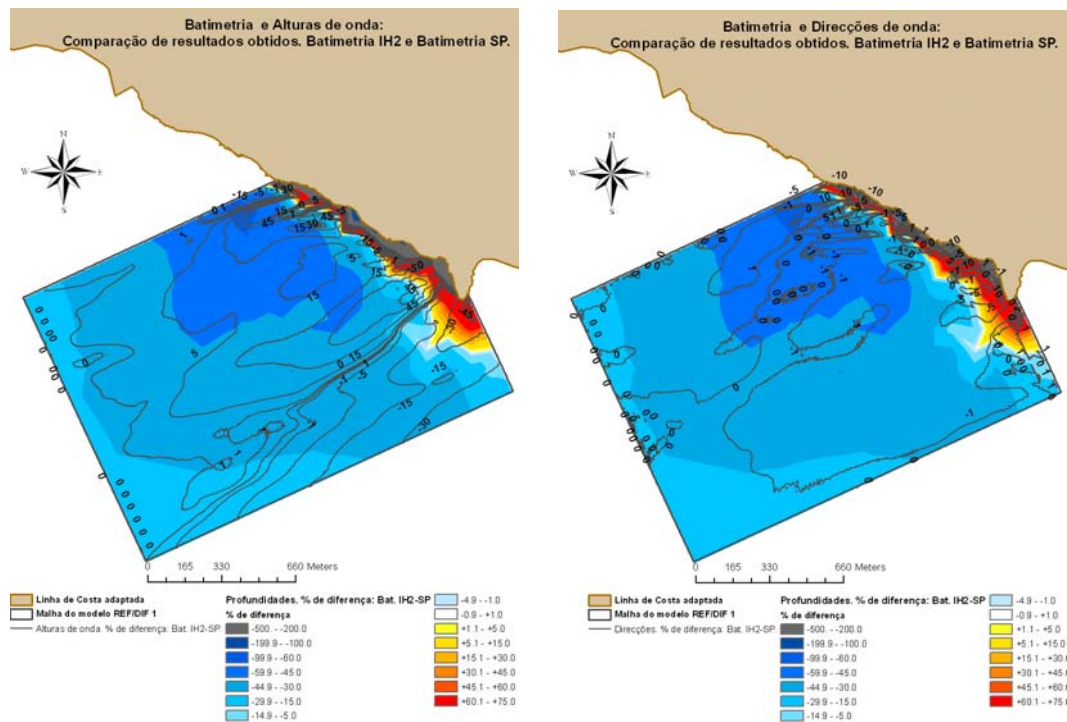


Figura 5. Batimetria e alturas de onda: Comparação de resultados obtidos. Batimetria IH2 e Batimetria SP.

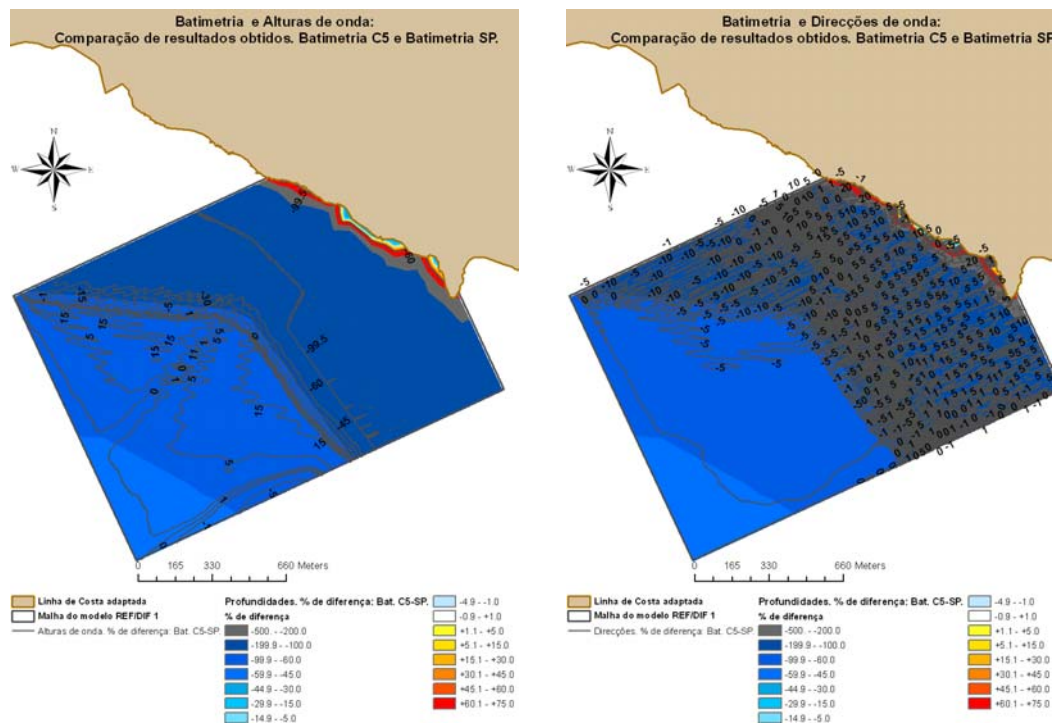


Figura 6. Batimetria e alturas de onda: Comparação de resultados obtidos. Batimetria C5 e Batimetria SP.

Após a análise de todas as comparações de resultados obtidos em termos de alturas e de direcções de onda em todos os pontos da malha, retiraram-se as seguintes conclusões:

- As percentagens de diferenças mais elevadas ocorrem perto da linha de costa, tanto para a informação batimétrica, como para os resultados de direcções e de alturas de onda; Relativamente aos resultados de direcções e de alturas de onda, este facto também está relacionado com as características do modelo REF/DIF 1 que, com valores negativos de profundidade conduz a resultados que não são fiáveis;
- Em termos de informação batimétrica, as Batimetrias SP e A são as que apresentam uma menor diferença e as Batimetrias SP e C5 são as que apresentam a diferença superior;
- As diferenças verificadas nos resultados das direcções são sistematicamente inferiores às diferenças encontradas nos resultados das alturas, para todas as comparações efectuadas. Conclui-se, assim, que as direcções são menos sensíveis às alterações de profundidade;
- As percentagens de diferença mais elevadas em termos de resultados de direcções e de alturas ocorreram pela seguinte ordem: C5, IH1, IH2, A

- Nas zonas de maiores profundidades, diferenças elevadas de informação batimétrica, da ordem dos 45 % ou mais, apenas conduzem a diferenças de resultados de direcção de cerca de 5%;
- As conclusões para os resultados das alturas de onda são semelhantes às para os resultados das direcções, apresentadas no ponto anterior. A única excepção é na comparação com a Batimetria C5 em que, devido às elevadas diferenças da informação batimétrica, na zona de maiores profundidades já existem diferenças consideráveis nos resultados;
- Perto da linha de costa, em que a influência do fundo já é superior, as diferenças batimétricas conduzem já a diferenças bastante superiores nos resultados, principalmente em relação às alturas de onda;

As conclusões apresentadas nos pontos anteriores confirmam a elevada influência que a resolução da informação batimétrica tem nos resultados dos modelos.

Poder-se-á ter resultados consideravelmente diferentes, para condições iguais de aplicação do modelo, em termos de espaçamento da malha, e das características da onda incidente, desde que a informação batimétrica de base para a construção da malha do modelo provenha de escalas e fontes diferentes. Uma informação batimétrica mais detalhada conduzirá a melhores resultados em termos de alturas de onda nas zonas de menores profundidades. Quanto às direcções, embora seja verdade que uma boa informação batimétrica também é importante, as consequências em termos de qualidade dos resultados não serão tão gravosas.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Dalrymple, R.A., Kirby, J.T. 1991. *REF/DIF 1 Version 2.3 Documentation Manual. Combined Refraction/Diffraction Model*, CACR Report nº 91-2, University of Delaware (USA), Janeiro.
- [2] Fortes, C.J.E.M. 2002. “Transformações não-lineares de ondas marítimas em zonas portuárias. Análise pelo método dos elementos finitos”, Tese de doutoramento em Eng. Mecânica, IST/DEM.
- [3] Favreau, M. 2005. “A Gis Tool For Coastal Wave Propagation”, Relatório de fim de curso de Modelação e Matemática da Universidade de Clemont-Ferrant.
- [4] Zózimo, A., Gonçalves, A., Fortes, C.J.E.M., Charneca, N. 2005. “Ferramenta SIG para modelos de propagação de ondas. Desenvolvimentos preliminares”, in Proc. 7.º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa (SILUSBA), Évora, Portugal (versão electrónica).
- [5] Zózimo, A.C., Fortes, C.J.E.M. 2006 “GUIOMAR: Geo(graphical User *Interface* for cOastal and Marine modeling. Interactive Grid Generation”, in *Proceedings of EUA4X#21*, pp. 91-100.

- [6] Nahon, A., Zózimo, A. C., Fortes, C. J. 2007. “GUIOMAR: *Interface* para utilização do modelo SWAN”, in *Proceedings of 5^{as}. Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária*, Lisboa, 11 e 12 de Outubro, 21 pp., versão digital.
- [7] Pinheiro, L., Fernandes, J. L., Fortes, C.J.E.M. 2006. “Sobre um gerador de malhas de elementos finitos com densidade local condicionada à batimetria para modelos de propagação de ondas em zonas portuárias”, in *Proc. of I Conferência Nacional de Métodos Numéricos em Mecânica dos Fluidos e Termodinâmica*, Costa da Caparica, Junho (versão electrónica).
- [8] Booij, N.R.; Holthuijsen, L.H.; Ris, R.C. 1996. “The SWAN wave model for shallow water”, in *Proc. of ICCE '96*, Orlando (USA), 21-27 de Julho de 1996, pp. 668-676.
- [9] Kirby, J.T., Wei, G., Chen, Q., Kennedy, A. B., Dalrymple, R. A. 1998. “FUNWAVE 1.0 – Fully Nonlinear Boussinesq Wave Model Documentation and User’s Manual”, Research Report N°.CACR-98-06, CACR, University of Delaware (USA).

Estudo piloto para definição da metodologia a adoptar por Portugal para prestação de informação no âmbito do sector LULUCF da UNFCCC e do Protocolo de Quioto

Maria Pereira, Ana Luz e Mário Caetano

Instituto Geográfico Português, Grupo de Detecção Remota

Rua Artilharia Um, 107, 1099-052 Lisboa, Portugal

mario.caetano@igeo.pt

Resumo

O presente artigo tem por objectivo apresentar os resultados da primeira fase do projecto PREK, que constitui a contribuição do Instituto Geográfico Português para um estudo piloto relacionado com as alterações climáticas. O principal objectivo do trabalho desenvolvido foi simular a estimação de áreas e alterações de uso do solo para a prestação de informação de Portugal no primeiro ano do período de cumprimento do Protocolo de Quioto, no âmbito do sector do uso do solo, alterações de uso do solo e floresta. A área de estudo localiza-se no distrito de Évora. A matriz de alterações de uso do solo foi obtida como resultado do cruzamento de cartografias de ocupação/uso do solo de 1990 e de 2004, precedido nomeadamente da correcção geométrica da cartografia de 1990. Foram também integradas bases de dados relativas a certas práticas específicas de gestão agrícola e de gestão de pastagens, com elevado potencial de retenção de carbono. A matriz de alterações foi usada por outras entidades para estimação das emissões e remoções de gases com efeito de estufa. A continuação do projecto PREK (segunda fase) prevê nomeadamente o melhoramento da correcção geométrica da cartografia de 1990, bem como a definição da estratégia a adoptar quanto às transições improváveis (0,2 % da área de estudo) e transições que podem não ser verdadeiras alterações de uso do solo mas resultar apenas de diferentes interpretações visuais entre as cartografias (15 % da área de estudo).

Palavras-chave: *Alterações climáticas, Protocolo de Quioto, gases com efeito de estufa, cartografia de ocupação/uso do solo, alterações de uso do solo, Portugal*

Agradecimentos

Os autores agradecem à Associação de Municípios do Distrito de Évora a disponibilização da COS AMDE para o projecto PREK, bem como ao Grupo de Trabalho do SNIERPA para o Artigo 3, Parágrafos 3 e 4, do Protocolo de Quioto pelas contribuições dadas ao IGP nesta fase do projecto.

1. Introdução

A evidência científica actualmente disponível não deixa margem para dúvida relativamente ao facto de que as alterações climáticas representam riscos muito sérios e exigem uma resposta, por um lado urgente, e por outro à escala global, na medida em que se trata de uma questão global nas suas causas e consequências [13]. Os dois principais tratados que estabelecem o enquadramento legal e institucional para o combate às alterações climáticas a nível internacional são:

- A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (*United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC). O objectivo último da Convenção é “atingir (...) a estabilização das concentrações de gases com efeito de estufa (GEE) na atmosfera a um nível que preveniria uma interferência antropogénica perigosa com o sistema climático” ([15], pp. 4).
- O Protocolo de Quioto (PQ). Embora este acordo internacional partilhe o objectivo último da Convenção, vai muito mais além, nomeadamente através do estabelecimento de metas vinculativas para certos países (constantes do Anexo I) em termos da limitação ou redução das emissões de GEE, e da criação de diversos mecanismos inovadores para facilitar o cumprimento desses compromissos [15]. O período de cumprimento do Protocolo de Quioto é de cinco anos (2008-2012). A quantidade atribuída (nível de emissões permitido) a cada país do Anexo I é estabelecida em relação ao respectivo nível de emissões num ano base e refere-se a todo o período de cumprimento do Protocolo [15].

2. Enquadramento e objectivos

Portugal ratificou a UNFCCC a 21 de Dezembro de 1993 e o Protocolo de Quioto a 31 de Maio de 2002. As obrigações de Portugal que decorrem da adesão do país a estes dois tratados, conduziram ao estabelecimento, através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2005, de 17 de Março, do Sistema Nacional de Inventário de Emissões e Remoção de Poluentes Atmosféricos (SNIERPA). O SNIERPA é coordenado pela Agência Portuguesa do Ambiente, sendo o Instituto Geográfico Português (IGP) um dos seus pontos focais no âmbito do sector do uso

do solo, alterações de uso do solo e floresta (*land use, land-use change and forestry* - LULUCF).

A prestação de informação no âmbito das actividades definidas no Artigo 3, parágrafos 3 e 4, do Protocolo de Quioto possui especificidades e exigências próprias ([9], [15]) que conduziram à criação de um grupo de trabalho especializado dentro do SNIERPA (adiante GT 3.3/3.4). O GT 3.3/3.4 definiu a abordagem metodológica a adoptar por Portugal para prestação de informação à UNFCCC e ao PQ, no sector LULUCF. Esta abordagem baseia-se nas directrizes metodológicas aprovadas pelos órgãos competentes da UNFCCC e do PQ, nomeadamente as boas práticas recomendadas para o sector LULUCF em [10].

Com vista a testar e validar a abordagem metodológica acima referida, o GT 3.3/3.4 decidiu implementar um estudo piloto ([5], [8]). Este estudo piloto tem também como objectivos gerais: (1) simular a prestação de informação durante o período de cumprimento do PQ e assim identificar e antecipar problemas que poderão surgir nessa altura; (2) servir de base para o estabelecimento de uma rotina de procedimentos para a prestação de informação de Portugal, e avaliar os recursos necessários à sua implementação. O objectivo do presente artigo é apresentar o projecto PREK, que consiste na contribuição do IGP para o estudo piloto atrás referido, bem como os resultados obtidos até agora (fase 1) no âmbito desse projecto. A fase 1 do projecto PREK teve como objectivo principal simular a estimação de áreas de uso do solo e alterações de uso do solo para a prestação de informação no primeiro ano do período de cumprimento do PQ. A estimação de áreas de uso do solo e alterações de uso do solo é necessária para a prestação de informação no âmbito do sector LULUCF da UNFCCC e do PQ pois é a base para a estimação das emissões e remoções de CO₂ e outros GEE nesse sector [10].

3. Dados utilizados

Em conformidade com a abordagem metodológica definida pelo GT 3.3/3.4 para a prestação de informação foram utilizados os seguintes dados de ocupação/uso do solo na fase 1 do projecto PREK ([5], [8]):

- Carta de Ocupação do Solo de 1990 (COS90). Note-se que 1990 é o ano base seleccionado por Portugal para efeitos de prestação de informação no âmbito do PQ. A COS90 refere-se ao território de Portugal Continental.

- Cartografia de Ocupação do Solo e da Vegetação produzida para o distrito de Évora pela Associação de Municípios do Distrito de Évora (adiante COS AMDE). Esta cartografia, gentilmente cedida por essa Associação para o estudo piloto, possui características semelhantes (nomeadamente ano de referência e nomenclatura) às da nova Carta de Ocupação/Uso do Solo para Portugal Continental (adiante nova COS) [2]. Por este motivo a COS AMDE foi utilizada para simular a nova COS, que ainda não se encontra disponível (o concurso público para a respectiva produção encontra-se a decorrer). Note-se que a nova COS servirá, na prestação de informação, para caracterizar o primeiro ano do período de cumprimento do PQ (2008).
- Bases de dados do Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas (IFAP):
 - Sistema de Identificação Parcelar (SIP);
 - Bases de dados das áreas ocupadas pelas práticas de gestão específica. Estas práticas são a sementeira directa e as pastagens biodiversas (na gestão agrícola e na gestão de pastagens, respectivamente), e possuem elevado potencial de retenção de carbono. De acordo com a abordagem metodológica definida pelo GT 3.3/3.4 as áreas ocupadas por estas práticas têm de ser identificadas separadamente das restantes. Por decisão posterior do GT 3.3/3.4 [7] passaram a identificar-se separadamente apenas as pastagens biodiversas semeadas (adiante designadas apenas por pastagens biodiversas).

As cartografias envolvidas no estudo piloto nesta fase possuem algumas diferenças em termos de especificações técnicas, como mostra a Tabela 1 ([4], [3], [6]). Para uma descrição mais detalhada dos dados do IFAP utilizados ver [12]. Refira-se que a COS AMDE se encontrava, à data da realização do estudo, em processo de validação, pelo que se utilizou uma versão preliminar da cartografia.

Tabela 1. Principais especificações técnicas da COS90, da nova COS e da COS AMDE.

Cartografia	Imagens de base	Ano de referência	Formato	UMC ^a (ha)	DMEL ^b (m)	Nomenclatura	Exactidão
Nova COS	Orto-imagens aéreas digitais	2004/2005 ou 2007	Polígonos	1	20	Tipo: <i>a priori</i> e hierárquica (cinco níveis)	Temática: $\geq 85\%$ Geométrica: $\geq 5,5$ m
COS90	Fotografias aéreas de falsa cor	1990	Polígonos	1	40	Tipo: <i>a posteriori</i> e não hierárquica	Não determinada aquando da produção da cartografia

COS AMDE	Orto-imagens aéreas digitais	2004 (na área de estudo)	Polígonos	0,5	Desconhecida	Nomenclatura semelhante à da nova COS	Em avaliação à data de realização do estudo
-------------	---------------------------------	-----------------------------	-----------	-----	--------------	---	---

^a UMC – Unidade Mínima Cartográfica. ^b DMEL – Distância Mínima Entre Linhas.

4. Área de estudo

A área de estudo utilizada para desenvolver o presente trabalho é apresentada na Figura 1. Como se pode observar foi apenas utilizada uma parte da área coberta pela COS AMDE, i.e. do distrito de Évora.

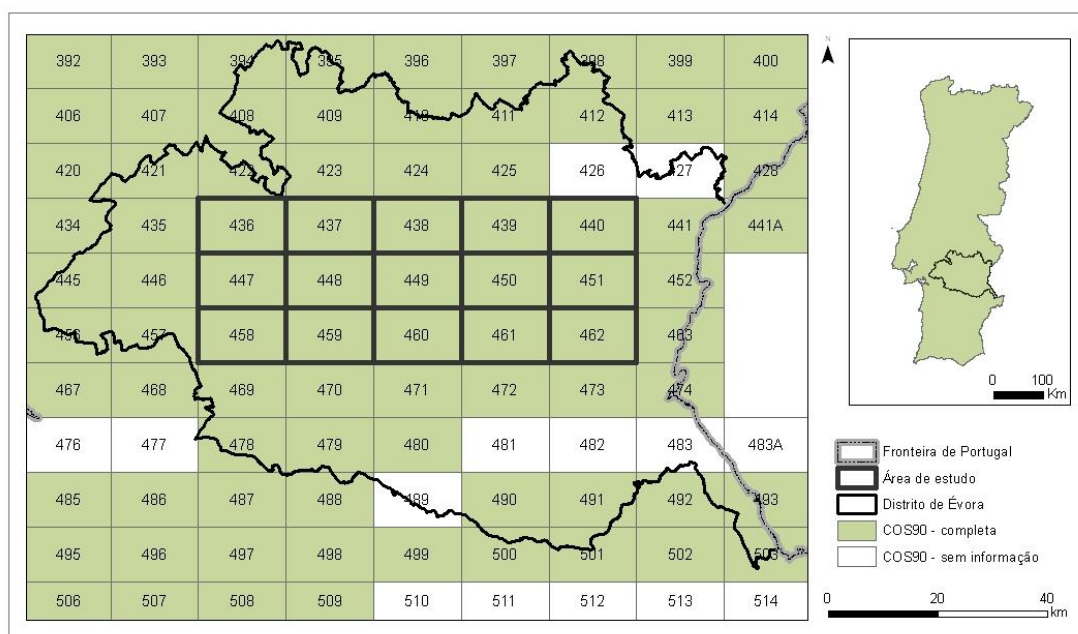


Figura 1. Área de estudo utilizada na fase 1 do projecto PREK.

5. Metodologia

O fluxograma da Figura 2 representa a metodologia que guiou o presente trabalho, em termos conceptuais. Devido às diferenças existentes entre as especificações técnicas das diferentes cartografias houve necessidade de efectuar algumas tarefas de pré-processamento, que consistiram essencialmente na harmonização de nomenclaturas e generalização cartográfica. Na harmonização de nomenclaturas destaque-se a utilização do trabalho anteriormente realizado por [1], que estabelece a equivalência entre a nomenclatura da COS90 e a nomenclatura da nova COS. A generalização cartográfica da COS90 foi necessária na medida em que esta, apesar de possuir uma UMC de 1 ha, continha na área de estudo alguns polígonos inferiores a 1 ha. Além das tarefas de pré-processamento, cuja descrição mais detalhada é feita em [12], o presente trabalho envolveu duas

componentes principais: a correcção geométrica da COS90 e a produção da matriz de alterações de uso do solo entre 1990 e 2004. A metodologia específica de correcção geométrica da COS90, bem como os respectivos resultados, encontram-se descritos em [12] e [11]. Importa no entanto referir que, devido a uma série de factores relacionados com o respectivo processo de produção [3], é de esperar que a COS90 apresente bastantes erros geométricos. Assim, é de esperar que surjam problemas geométricos significativos quando a COS90 é cruzada com outras cartografias, como será o caso quando a nova COS for utilizada na prestação de informação durante o período de cumprimento do Protocolo de Quioto. A correcção geométrica da COS90 é portanto um aspecto crucial do estudo piloto. Importa também referir que a metodologia de correcção desenvolvida pelo IGP se baseia na utilização de uma cartografia (nova COS, simulada aqui pela COS AMDE) mais recente e exacta, que serve como fonte de detecção dos erros geométricos quando cruzada com a COS90. A secção seguinte do artigo explora com algum pormenor a segunda componente principal da metodologia, referente à matriz de alterações de uso do solo.

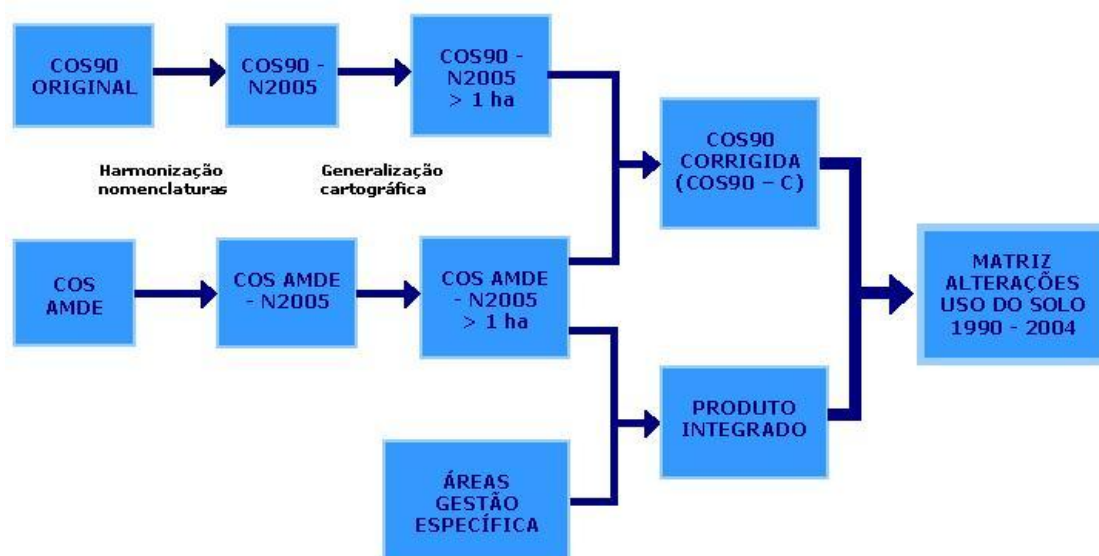


Figura 2. Metodologia conceptual para a fase 1 do projecto PREK (estimação de áreas e alterações de uso do solo para o primeiro ano do período de cumprimento do PQ). A notação N2005 refere-se à harmonização de acordo com a nomenclatura da nova COS.

6. Matriz de alterações de uso do solo 1990 - 2004

6.1 Integração das áreas de gestão específica na COS AMDE

A produção da matriz de alterações de uso do solo implicou a integração das bases de dados das áreas de gestão específica na COS AMDE, de modo a possibilitar a identificação separada dessas áreas (tal como exigido pela abordagem metodológica a adoptar por Portugal para prestação de informação). Esta integração levantou os seguintes problemas:

- Discrepância temática entre a COS AMDE e as áreas de gestão específica;
- Falta de representação espacial das áreas de gestão específica.

O problema da discrepância temática refere-se ao facto de que nem sempre a informação de ocupação/uso do solo presente na COS AMDE está em concordância com a informação das bases de dados do IFAP. De facto, apenas certas classes da COS AMDE podem, por definição, incluir a presença de sementeira directa e/ou pastagens biodiversas [4]. Um exemplo de concordância temática é a presença de sementeira directa em culturas temporárias de sequeiro. Inversamente, um exemplo de discrepância temática é a sobreposição entre pastagens biodiversas e a classe florestas e meios naturais e semi-naturais. As situações de discrepância temática com a COS AMDE no caso das pastagens biodiversas totalizam 95,8 % da área de estudo. No caso da sementeira directa esta percentagem é bastante menor (11,8 %). Pensamos que estes resultados se devem nomeadamente às seguintes razões: (1) as pastagens são uma classe de difícil identificação ao nível da interpretação visual e por conseguinte propensas a erros de classificação e diferenças de interpretação; (2) o ano de referência da base de dados do IFAP, no caso das pastagens biodiversas, é diferente do ano de referência da COS AMDE; especificamente, utilizaram-se dados de pastagens de 2007 (primeiro ano com dados disponíveis); (3) a prática da sementeira directa pode envolver diferentes culturas agrícolas, sendo portanto passível de concordância temática com mais classes COS do que no caso das pastagens biodiversas. Note-se que estes resultados dão uma indicação de que poderá haver dificuldades significativas na identificação de pastagens na produção da nova COS. De um modo geral pensamos que as discrepâncias entre a COS AMDE e as áreas de gestão específica também poderão ser explicadas pela existência de erros temáticos na cartografia e/ou nas bases de dados do IFAP.

De modo a permitir a identificação separada das áreas de gestão específica e ao mesmo tempo ultrapassar o problema da discrepância temática definiram-se os seguintes critérios:

- Se uma prática de gestão específica se sobrepõe com um polígono classificado na COS AMDE como território artificializado, zona húmida ou corpo de água, a classificação da COS AMDE prevalece e a área de sobreposição adquire apenas o código desta última (para efeitos de produção da matriz de alterações). Note-se que este critério conduz a uma diminuição na área de gestão específica, em relação ao valor original dado pela base de dados do IFAP.
- Quando uma prática de gestão específica se sobrepõe com uma classe agrícola ou agro-florestal na COS AMDE e há concordância temática, apenas é criada (para efeitos de produção da matriz de alterações) uma nova classe com um código duplo (da classe da COS e da prática de gestão específica).
- Quando uma prática de gestão específica se sobrepõe com uma classe agrícola ou agro-florestal na COS AMDE mas há discrepância temática, também é criada uma nova classe com um código duplo mas a COS AMDE é reclassificada (por exemplo se uma pastagem biodiversa se sobrepõe com arrozais estes são reclassificados como pastagens permanentes).
- Quando as práticas de gestão específica se sobrepõem com a classe florestas e meios naturais e semi-naturais na COS AMDE o procedimento é similar ao anterior e a COS AMDE também é reclassificada (por exemplo como sistema agro-florestal).

Estes critérios gerais foram depois expandidos de forma detalhada para todas as classes da COS AMDE (e da nova COS, na perspectiva da prestação de informação futura), incluindo a reclassificação de cada classe COS em caso de discrepância temática [12].

O problema da falta de representação espacial das áreas de gestão específica resulta das características das bases de dados do IFAP utilizadas no presente trabalho. De facto, embora as parcelas registadas no SIP sejam georreferenciadas, o mesmo não acontece com a área de cada parcela sujeita a práticas de gestão específica. Assim, quando uma área de gestão específica não coincide com a área

total da parcela SIP em que se encontra, apenas é conhecido o valor da área ocupada pela prática de gestão específica, mas não o seu limite geográfico. O método desenvolvido pelo IGP para ultrapassar este problema na integração das áreas de gestão específica na COS AMDE encontra-se descrito em [12]. Este método assume que a área de gestão específica contida em cada parcela SIP se distribui proporcionalmente pelos vários polígonos da COS AMDE com os quais se sobrepõe. Note-se que a falta de representação espacial das áreas de gestão específica e o facto de se ter assumido este pressuposto é provavelmente responsável por uma parte das situações de discrepância temática com a COS AMDE verificadas na área de estudo.

6.2 Matriz de alterações de uso do solo

A matriz de alterações de uso do solo entre 1990 e 2004 produzida pelo IGP (ver [12]) foi enviada à Agência Portuguesa do Ambiente para uso na estimação das emissões e remoções de GEE. Esta matriz possui demasiado detalhe para ser apresentada, mesmo que parcialmente, no presente artigo. Tal detalhe resulta não só do elevado número de classes de ocupação/uso do solo na COS (aos níveis mais detalhados da hierarquia da nomenclatura), como também de se terem criado várias classes adicionais, na integração das áreas de gestão específica na COS AMDE. Destacam-se aqui no entanto os seguintes tipos de transições entre classes na matriz de alterações:

- Transições improváveis;
- Transições entre classes de ocupação/uso do solo que são propensas a serem confundidas na interpretação visual, ou mesmo, nalguns casos, no terreno. Estas transições poderão por conseguinte resultar apenas de diferentes interpretações visuais entre a COS90 e a COS AMDE, e não de verdadeiras alterações no uso do solo entre 1990 e 2004. Estas transições serão adiante designadas simplesmente por transições que podem resultar de diferentes interpretações visuais.

As transições consideradas como improváveis foram essencialmente as transições de certas classes de territórios artificializados para: áreas agrícolas e agro-florestais; florestas e meios naturais e semi-naturais; zonas húmidas; ou corpos de água. A área total de transições improváveis é de 412 ha (0,2 % da área de estudo). As transições que podem resultar de diferentes interpretações visuais

ocupam uma área de 35 199 ha (15 % da área de estudo). As mais significativas são as que abaixo se discriminam, indicando-se igualmente a respectiva percentagem em relação à área de estudo:

- Culturas temporárias de sequeiro ↔ Pastagens permanentes: 0,1 %
- Culturas temporárias de sequeiro ↔ Vegetação herbácea natural: 4,1 %
- Florestas de sobreiro ou de azinheira, com ou sem folhosas ↔ Sistemas agro-florestais de sobreiro ou de azinheira, com culturas temporárias de sequeiro: 1,8 %
- Florestas de sobreiro ou de azinheira, com ou sem folhosas ↔ Outras florestas de sobreiro ou de azinheira, com ou sem folhosas: 7,6 %.

Note-se que o facto de se terem identificado estas transições em particular como as mais significativas, de entre as transições que podem resultar de diferentes interpretações visuais, está fortemente relacionado com as características de ocupação e uso do solo da área de estudo. Quando a prestação de informação for feita para todo o território de Portugal Continental são de esperar diferentes comportamentos consoante a região considerada.

Outro aspecto relevante da análise efectuada a partir da matriz de alterações de uso do solo foi o facto de se ter produzido uma matriz generalizada, com apenas seis categorias (pastagem, agricultura, sistemas agro-florestais, floresta, urbano e outras classes). A forma como as diferentes classes da matriz de alterações de uso do solo foram classificadas nestas categorias encontra-se descrita em [12]. A produção da matriz generalizada teve como objectivos obter uma visão mais global das transições na área de estudo e também permitir uma análise mais aprofundada das transições improváveis e das transições que podem resultar de diferentes interpretações visuais. Essa matriz é apresentada na Tabela 2. As Tabelas 3 e 4 apresentam a mesma informação que a matriz generalizada mas sob a forma de percentagens de área. A Tabela 3 mostra a área associada a cada transição (ou não transição, na diagonal) como percentagem da área total de cada categoria em 2004 (colunas). Os valores constantes desta tabela representam portanto a contribuição de cada categoria em 1990 para cada categoria em 2004, expressa como percentagem desta última. Na Tabela 4 os valores da matriz generalizada são apresentados sob a forma de percentagens em relação à área de estudo.

Tabela 2. Matriz generalizada de alterações de uso do solo entre 1990 e 2004.

Area (ha)	2004						
1990	Pastagem	Agricultura	SAF a	Floresta	Urbano	Outras classes	Total
Pastagem	2881,3	5032,8	463,5	1068,0	69,3	1041,6	10556,5
Agricultura	6490,3	70529,8	4081,0	6341,0	925,8	2152,4	90520,4
SAF a	354,6	2033,2	6423,2	4014,8	68,7	1352,6	14247,1
Floresta	671,6	1235,9	2639,1	97360,4	290,6	2754,5	104952,1
Urbano	71,5	226,8	8,5	17,3	2085,1	32,9	2442,2
Outras classes	863,0	1496,9	2375,6	6856,7	282,1	5408,2	17282,5
Total	11332,3	80555,4	15991,0	115658,2	3721,6	12742,2	240000,7

a SAF – Sistemas agro-florestais.

Tabela 3. Transições entre 1990 e 2004 como percentagens da área total de cada categoria em 2004 (com base na matriz generalizada).

Area (%)	2004						
1990	Pastagem	Agricultura	SAF a	Floresta	Urbano	Outras classes	
Pastagem	25,4	6,2	2,9	0,9	1,9	8,2	
Agricultura	57,3	87,6	25,5	5,5	24,9	16,9	
SAF a	3,1	2,5	40,2	3,5	1,8	10,6	
Floresta	5,9	1,5	16,5	84,2	7,8	21,6	
Urbano	0,6	0,3	0,1	0,0	56,0	0,3	
Outras classes	7,6	1,9	14,9	5,9	7,6	42,4	
Novas áreas b	74,6	12,4	59,8	15,8	44,0	57,6	

a SAF – Sistemas agro-florestais.

b As novas áreas correspondem à soma dos valores em cada coluna excepto o valor na diagonal.

Tabela 4. Transições entre 1990 e 2004 como percentagens em relação à área de estudo (com base na matriz generalizada).

Area (%)	2004						
1990	Pastagem	Agricultura	SAF a	Floresta	Urbano	Outras classes	Total
Pastagem	1,2	2,1	0,2	0,4	0,0	0,4	4,4
Agricultura	2,7	29,4	1,7	2,6	3,9	0,9	41,2
SAF a	0,1	0,8	2,7	1,7	0,0	0,6	5,9
Floresta	0,3	0,5	1,1	40,6	0,1	1,1	43,7
Urbano	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9	0,0	1,0
Outras classes	0,4	0,6	1,0	2,9	0,1	2,3	7,2
Total	4,7	33,6	6,7	48,2	1,6	5,3	100
2004 menos 1990 b	0,3	-7,6	0,7	4,5	0,5	-1,9	

a SAF – Sistemas agro-florestais.

b Total em 2004 menos total em 1990, para cada categoria.

Da análise das tabelas acima destacam-se os seguintes pontos:

- As transições de áreas que eram urbanas em 1990 para categorias não urbanas em 2004, que incluem uma parte das transições atrás identificadas como improváveis, representam apenas 0,1 % da área de estudo.

- 74,6 % das pastagens em 2004 são novas, sendo que 57,3 % têm origem agrícola.
- Dos sistemas agro-florestais novos em 2004 (59,8 %) apenas 16,5 % têm origem na categoria floresta. Por outro lado, das áreas novas de floresta em 2004 (15,8 %) apenas 3,5 % provêm de sistemas agro-florestais. Estes valores parecem razoáveis na medida em que algumas das transições mais significativas que podem resultar de diferentes interpretações visuais, entre classes da COS, são transições entre classes de sistemas agro-florestais e classes de florestas.
- As transições entre categorias da matriz generalizada que incluem as transições entre classes da COS anteriormente identificadas como as mais significativas que podem resultar de diferentes interpretações visuais, representam uma percentagem muito pequena em relação à área de estudo: SAF → floresta (1,7 %); floresta → SAF (1,1 %); agricultura → pastagem (2,7 %); pastagem → agricultura (2,1 %). Note-se que dessas transições anteriormente identificadas como mais significativas, as que ocorrem entre diferentes classes de florestas não são identificadas como transições na matriz generalizada, uma vez que passam a dar-se dentro da mesma categoria.

7. Conclusões e perspectivas futuras

Os resultados obtidos na fase 1 do projecto PREK permitem-nos afirmar que o mesmo se revelou extremamente útil, na perspectiva dos objectivos gerais que o GT 3.3/3.4 tinha estabelecido para o estudo piloto. De facto, foram antecipados uma série de lacunas ou problemas que iriam ocorrer na prestação de informação durante o período de cumprimento do Protocolo de Quioto, tendo sido desenvolvidas ou propostas soluções para os mesmos. Uma vertente importante das conclusões da fase 1 do projecto PREK tem a ver com aspectos a ter em conta quando se passa do nível do estudo piloto (realizado para uma pequena área de estudo, com características específicas), para o nível do território de Portugal Continental (na prestação de informação). Um exemplo é a necessidade de se definirem as transições improváveis e as transições que podem resultar de diferentes interpretações visuais, para todo o território de Portugal Continental. Foram também identificadas uma série de acções que não foi possível levar a cabo

ainda dentro das tarefas programadas inicialmente, ou que dependem de decisões que deverão ser tomadas pelo GT 3.3/3.4. Estas acções, identificadas em [12], serão implementadas durante a fase 2 do projecto PREK, destacando-se aqui as mais relevantes:

- Melhoramento da correcção geométrica da COS90:
 - O procedimento desenvolvido terá de ser refinado no que respeita ao facto de nem todos os erros geométricos na COS90 terem sido eliminados;
 - Conversão do procedimento de correcção de forma a que seja completamente automático;
 - Calibração do algoritmo de correcção para todo o território de Portugal Continental, nomeadamente através do uso de outras áreas de estudo; este ponto é particularmente importante para o Norte do país, onde são de esperar mais problemas geométricos;
- Terá de ser definido um procedimento, no âmbito do GT 3.3/3.4, em relação a certas áreas de Portugal Continental que não estão cobertas pela COS90; estas áreas constituem 8 % do território, de acordo com [3].
- Terá também de ser tomada uma decisão, no âmbito do GT 3.3/3.4 e pensando já na prestação de informação futura, no que respeita à opção a tomar quanto às transições improváveis e transições que podem resultar de diferentes interpretações visuais; as diferentes possibilidades para já em consideração são as seguintes:
 - Considerar estas transições como não transições, assumindo que a ocupação/uso do solo na COS90 é a que está correcta;
 - Considerar estas transições como não transições, assumindo que a ocupação/uso do solo na COS AMDE (nova COS na prestação de informação), é a que está correcta;
 - Verificar para cada uma destas transições qual das opções anteriores é a mais conservativa e considerar essa para efeitos de prestação de informação; ou
 - Assumir o erro que poderá estar envolvido nestas transições; os argumentos a favor desta opção são os seguintes: (1) as alterações reais de uso do solo que poderão também estar envolvidas nestas

transições não seriam eliminadas; (2) a exactidão temática quer da COS90 quer da nova COS serão conhecidas na altura da prestação de informação, sendo a desta última $\geq 85\%$; (3) a correcção geométrica da COS90 será melhorada pelo que futuramente são de esperar menos erros em termos de alterações de uso do solo.

Referências

- [1] Caetano, M., Araújo, A. e Nunes, V. 2008. Nomenclatura da COS'90 e da COS2005: uma análise comparativa e uma proposta de conversão da COS'90 para a COS2005 - Relatório final (versão preliminar), relatório técnico, Instituto Geográfico Português.
- [2] Caetano, M., Nunes, V. e Araújo, A. 2008. Concepção e desenvolvimento das especificações técnicas da nova Carta de Ocupação do Solo de Portugal Continental. Actas do X Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica (ESIG 2008), 14 - 16 Maio 2008, Oeiras, Portugal, in press.
- [3] Caetano, M., Pereira, M., Carrão, H., Araújo, A., Nunes, A. e Nunes, V. 2008. Cartografia temática de ocupação/uso do solo do Instituto Geográfico Português. Mapping - Revista Internacional de Ciencias de la Tierra, revista online, in press.
- [4] Caetano, M., Nunes, V. e Araújo, A. 2007. Manual da COS'2005 (Carta de Ocupação/Use do Solo de 2005 para Portugal Continental) - 2ª versão preliminar de 26 de Janeiro de 2007, relatório técnico, Instituto Geográfico Português.
- [5] Caetano, M. e Pereira, M. 2007. Proposta de trabalhos para o Instituto Geográfico Português no estudo piloto para definição da metodologia a adoptar por Portugal para prestação de informação no âmbito do sector LULUCF da UNFCCC e do Protocolo de Quioto, relatório técnico, Instituto Geográfico Português.
- [6] Fernandes, J. P., Guiomar, N. e Cruz, C. S. s/d. Análise comparativa das legendas disponíveis para a Cartografia de Ocupação do Solo e da Vegetação e adaptação da legenda CORINE Land Cover - Nível 5, escala 1:10.000, relatório técnico, AMDE/CEEM/Technolanguae.
- [7] GT SNIERPA 3.3/3.4 (Grupo de Trabalho do SNIERPA para o Artigo 3, Parágrafos 3 e 4, do Protocolo de Quioto) 2008. Acta da reunião de 12 de Fevereiro de 2008, Agência Portuguesa do Ambiente.
- [8] IA (Instituto do Ambiente) 2006. Portuguese initial report under the Kyoto Protocol - Report to facilitate the calculation of the assigned amount pursuant to Article 3, paragraphs 7 and 8, of the Kyoto Protocol (submission to the UNFCCC Secretariat), relatório técnico.
- [9] INCM (Imprensa Nacional – Casa da Moeda) 2005. Resolução do Conselho de Ministros n.º 68/2005, de 17 de Março. Diário da República, série I-B, n.º 54. Disponível online em: <http://dre.pt/pdf1sdip/2005/03/054B00/23712374.PDF> (último acesso em 9 Abril 2008).
- [10] IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry, Institute for Global Environmental Strategies. Disponível

online em: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf_contents.htm (último acesso em 9 Abril 2008).

[11] Luz, A., Nunes, A. e Caetano, M. 2008. Proposta metodológica para a correcção das distorções geométricas da COS'90: resultados preliminares. Actas do X Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica (ESIG 2008), 14 - 16 Maio 2008, Oeiras, Portugal, in press.

[12] Pereira, M., Luz, A. e Caetano, M. 2008. Pilot study for defining Portugal's reporting methodology under the UNFCCC and the Kyoto Protocol, in the LULUCF sector (Final report of work package WP10 - Portuguese Geographic Institute) – versão de 28 de Abril de 2008, relatório técnico, Instituto Geográfico Português.

[13] Stern, N. 2006. The economics of climate change – The Stern review, Cabinet Office - HM Treasury. Disponível online em: http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm (último acesso em 24 Abril 2008).

[14] UN (United Nations) 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível online em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> (último acesso em 24 Abril 2008).

[15] UNFCCC secretariat 2007. Kyoto Protocol reference manual on accounting of emissions and assigned amounts, United Nations. Disponível online em: http://unfccc.int/files/national_reports/accounting_reporting_and_review_under_the_kyoto_protocol/application/pdf/rm_final.pdf (último acesso em 24 Abril 2008).

SIG E QUALIDADE DA ÁGUA

Interligação de Sistemas e Modelação Hidráulica da Qualidade

ARAÚJO, Luiz; COELHO, Sofia; FERNANDES, Catarina; PAIVA, Cristina; PINA, André; SARAMAGO, Paula,

SMAS de Oeiras e Amadora

Av. Dr. Francisco Sá Carneiro, n.º 19

Urbanização Moinho das Antas

2780–241 OEIRAS

Tel.: (+ 351) 21 440 06 00

Fax: (+ 351) 21 440 06 01

lsaraujo@smas-oeiras-amadora.pt

sicoelho@smas-oeiras-amadora.pt

acfernandes@smas-oeiras-amadora.pt

mcpaiva@smas-oeiras-amadora.pt

ampina@smas-oeiras-amadora.pt

apsaramago@smas-oeiras-amadora.pt

www.smas-oeiras-amadora.pt

RESUMO

Os SMAS de Oeiras Amadora, cientes da importância que a qualidade da água para consumo humano tem, pensaram em formas de melhor monitorizar essa qualidade e tentar obter níveis de serviço que minimizem a existência de incumprimentos que possam pôr em causa a saúde pública.

Por outro lado, o SIG tem vindo a ser melhorado continuamente, ganhando importância como pólo aglutinador de informação nos últimos anos, para a qual tem contribuído a participação em diversos Projectos Nacionais e Internacionais, alguns dos quais relacionados com a preparação e utilização de Modelos de Simulação Hidráulica.

Desenvolvidas estas capacidades, pretenderam os SMAS dar um passo em frente, iniciando a Modelação da Qualidade da Água de Sistemas de Abastecimento, e explorar as potencialidades de análise espacial do SIG relacionando-o com a informação existente na Base de Dados Laboratorial.

Palavras-chave: SIG, qualidade, água, modelação hidráulica, modelação da qualidade da água

1.INTRODUÇÃO

Os SMAS de Oeiras Amadora, adiante designados por SMAS, como já foi apresentado nas edições anteriores do ESIG, são possuidores de um cadastro informatizado com um grau de fiabilidade elevado, com os ramais de ligação georeferenciados e relacionados com o sistema de clientes (ESIG2004).

O estudo das condições de funcionamento hidráulico das redes de abastecimento de água, utilizando ferramentas de modelação matemática, assumiu-se como o passo seguinte a dar pelos SMAS na prossecução da melhoria a vários níveis, nomeadamente: exploração e manutenção de redes, controlo de perdas, projectos e obras, entre outros (ESIG2006).

A importância que a qualidade da água para consumo humano tem, levou os SMAS a desenvolver ao longo das últimas duas décadas, procedimentos na sua Divisão de Controlo de Qualidade, adiante designada por Controlo da Qualidade, caminhando-se no campo da dotação de competência técnica e especialização em sistemas de gestão da qualidade, tendo ao momento cerca de 99% dos ensaios, executados em laboratório, acreditados.

Pretende-se com esta comunicação relatar a experiência que vem sendo adquirida pelos SMAS relativamente à ligação entre SIG e os dados do controlo da qualidade da água de consumo, bem como a preparação de Modelos de Simulação Hidráulica de Qualidade da Água de Sistemas de Abastecimento através do SIG, revelando a sua mais-valia nas tarefas diárias de um gestor.

2.MODELAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Os SMAS participaram recentemente, conjuntamente com outras entidades gestoras, num Programa de Implementação de Modelos de Simulação de Abastecimento de Água (PIMSAA), promovido e coordenado pela empresa Administração e Gestão de Sistemas de Salubridade, S.A. (AGS), com o objectivo

de promover a utilização de ferramentas para a criação de modelos de simulação hidráulica de apoio à gestão operacional dos seus sistemas de abastecimento de água, e que incluía um Programa Avançado para a Simulação da Qualidade de Água.

A disponibilidade de modelos de simulação calibrados e a facilidade de criação dos mesmos via SIG são o “passaporte” para a modelação da qualidade da água. As vantagens que advêm da existência de modelos de qualidade de água são as seguintes:

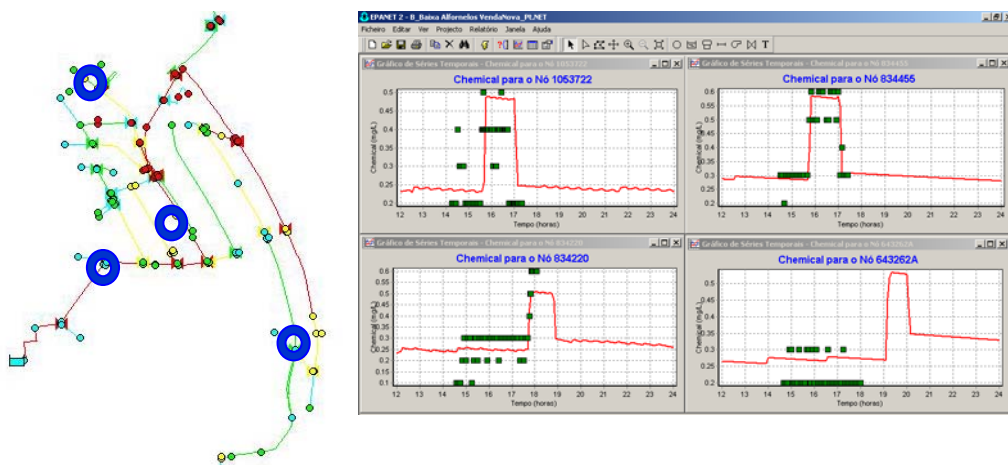
- Confirmação dos tempos de percurso do modelo hidráulico, para aferição da calibração do mesmo;
- Detecção de zonas com níveis de qualidade de água inferiores ao desejável e possibilidade de simular acções correctivas (por ex.: fechos de malha de rede, programar acções de descarga planeada da rede, calcular adições de cloro em reservatórios, etc.).

No âmbito do PIMSAA e dos objectivos estabelecidos internamente, de iniciar a modelação da qualidade da água, foram escolhidos os modelos de duas zonas, uma em Oeiras – Miraflores Nascente – e outra na Amadora – Brandoa Baixa. Estes modelos foram exportados do SIG e calibrados hidraulicamente (campanhas de medição de pressão em pontos estratégicos da rede), estando em condições para estudos da qualidade da água.

Este trabalho implicou o envolvimento de técnicos de vários sectores dos SMAS, nomeadamente do Controlo de Qualidade, do SIG, da Exploração das Redes e das Perdas e consistiu na adição de cloro à entrada das redes seleccionadas e medição dos valores de cloro residual livre e total em pontos estratégicos, com o objectivo de aferir os tempos de percurso calculados pelo simulador (EPANET) e o decaimento de cloro devido a reacções no seio da água e com a parede das condutas.

O processo em questão pode ser iterativo, isto é, caso não se verifique um bom ajuste entre o modelo e valores lidos em campo é necessário repetir a experiência, eliminando fontes de erro que podem ser variadas, por ex., erros de dados do SIG,

erros dos equipamentos de medição de cloro, problemas de qualidade na rede (rede antiga, contaminação, etc.), até se obter um resultado satisfatório.



1. Modelo Hidráulico da Simulação da Qualidade da Água na Zona Baixa da Brandoa

Embora se trate de uma experiência recente nos SMAS, veio reforçar a ligação que já existe entre vários sectores e suas Bases de Dados (BD), salientando as vantagens de ter o SIG como pólo aglutinador da informação necessária à preparação de modelos de simulação hidráulica e, como se irá aprofundar no ponto 3 desta comunicação, as mais-valias da ligação com a BD do Controlo de Qualidade.

3.INTERLIGAÇÃO SIG – BD LABORATORIAL

Como referido anteriormente, o Laboratório de Análises dos SMAS é Acreditado e no âmbito das obrigações de uma Entidade Gestora (em Baixa) responde perante o Regulador, Autoridade Competente (AC- IRAR) e entre outras, sujeita a aprovação anual o Plano de Controlo de Qualidade da Água (PCQA). Um dos requisitos do PCQA é a preparação de mapas com a dispersão dos locais de amostragem pelos dois Concelhos, com o objectivo de evidenciar uma boa cobertura da rede de abastecimento. Para dar resposta a esta necessidade, e devido à celeridade exigida, no primeiro ano os mapas foram preparados com recurso a ficheiros CAD.

Como se trata de um processo que tem que ser repetido anualmente, há necessidade de seleccionar diferentes locais de amostragem (em relação ao ano

anterior) em cerca de 75%, optou-se por codificar esta informação no SIG. Os resultados das colheitas nestes pontos de amostragem são registados na BD NAUTILUS, tendo cada ponto um código alfanumérico que os distingue, do tipo A01001 ou O01001 (A ou O – Amadora ou Oeiras, 01 – Freguesia, 001 – local de amostragem). Cientes das potencialidades que a interligação do SIG com o NAUTILUS poderá permitir, os SMAS optaram por utilizar esse código alfanumérico como identificador comum.

Paralelamente foi implementada a disponibilização do SIG via WEB/Intranet, que veio auxiliar o Controlo de Qualidade através de um acesso mais rápido à informação de cadastro, permitindo um melhor conhecimento espacial dos locais de amostragem e as redes de distribuição em que estes se inserem.

Para além da preparação de mapas para o IRAR e auxílio na selecção da localização de locais de amostragem, pretendem os SMAS obter com esta interligação a possibilidade de avaliar através de análise espacial no SIG, quais as zonas mais problemáticas ao nível da qualidade da água nos concelhos servidos, mediante os resultados obtidos nos programas de controlo da qualidade da água de consumo.

Actualmente, enquanto não existe uma ligação “on-line” entre as duas BD, recorre-se a uma BD ACCESS para carregar os dados do NAUTILUS, exportados em formato de texto ou EXCEL, e posteriormente ligá-la ao SIG.

É de realçar que se trata de um grande volume de dados, com milhares de registos, o que salienta as vantagens de ligar BD e usar o SIG como meio para melhor editar, cruzar e visualizar este tipo de informação.



2. Mapa temático dos Locais de Amostragem no Concelho de Oeiras para o parâmetro Cloro

Cruzando os resultados do Controlo de Qualidade com os dados do SIG e com as capacidades da Modelação Hidráulica, a planificação das acções correctivas, referidas no ponto 2., é facilitada e baseada em pressupostos técnicos rigorosos. Ao nível do tratamento de incumprimento de valores paramétricos, objectivamente permite um estudo pormenorizado da tipologia, natureza e estrutura das redes, conduzindo a um enquadramento e avaliação mais eficaz que se traduz numa mais célere resposta enquadrada na urgência intrínseca à resolução dessas situações, dado o forte carácter social em manter um fornecimento de água de boa qualidade, sem interrupções sempre deficitárias no contexto que lhe é inerente.

4. NOTAS CONCLUSIVAS

Os SMAS encontram-se num processo de reformulação dos Sistemas de Informação, no qual também se insere o SIG, onde são preconizadas ligações entre os diversos Sistemas da organização.

No âmbito mais restrito deste trabalho, aliar as capacidades do SIG com os resultados do Controlo de Qualidade, adicionando as capacidades da Modelação Hidráulica do EPANET, promoveu a disponibilização, junto dos técnicos destes

SMAS, de ferramentas que os podem, desde já, auxiliar nas tomadas de decisão com maior rigor, constituindo uma motivação extra para os mesmos.

O objectivo final que os SMAS pretendem atingir é o de proporcionar níveis de atendimento e serviço cada vez mais elevados, com uma preocupação especial ao nível da qualidade da água.

A utilização de SIG na Prospekção de Pegmatitos Litiníferos no Norte de Portugal

Lima A.M.C.^{1,2}, Vieira R.², Martins T.², Da Silva F.², Noronha F.^{1,2}, Caetano S.D.³.

1- Departamento de Geologia da Faculdade Ciências da Universidade Porto

<http://www.fc.up.pt/geo>

2- Centro de Geologia da Universidade do Porto

R. Campo Alegre, 687, 4169-007 Porto – Portugal, allima@fc.up.pt

3 - ARENA - Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma dos Açores, Ponta Delgada

Resumo

O aumento da procura de metais tem sido uma constante nos últimos anos. Os elementos – raros estão entre os mais procurados, devido à sua aplicação em novas tecnologias. Por exemplo o lítio em Portugal tem sido objecto de prospecção em pegmatitos. Até à última década do século passado, a sua procura resumia-se à Zona Centro onde ocorria principalmente como lepidolite. A descoberta de grandes quantidades de mineralizações de espodumena em filões da Zona Norte, levaram à realização de várias campanhas de prospecção. A integração dos dados de diferentes tipos (mapas digitais e em papel, resultados de análises geoquímicas, entre outros) foi obtida através da aplicação de um SIG. Esta metodologia permitiu a localização de anomalias geoquímicas que foram validadas no terreno, depois de sobrepostas no seu contexto geológico, levando à confirmação de mineralizações já conhecidas, mas também à descoberta de novos filões com mineralizações de espodumena, petalite e lepidolite.

Palavras-chave: Pegmatitos, lítio, prospecção, anomalia geoquímica, SIG, Norte de Portugal

Agradecimentos: Estamos gratos à cedência de dados efectuada pelo antigo Instituto Geológico e Mineiro (IGM), actual Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), representado principalmente nas pessoas do Eng. Machado Leite e Dr. Luís Martins. Romeu Vieira beneficia da Bolsa SFRH/BD/16911/2004 e Tânia Martins da bolsa SFRH/BD/17188/2004 da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). Este trabalho recebeu um financiamento do projecto de Investigação POCTI/CTA/39659/2001 da FCT, que por sua vez é participado pelo FEDER. O presente artigo integra-se nas actividades do Centro de Geologia da Universidade do Porto subsidiado pelo Programa de Financiamento Plurianual de I&D (FCT).

1. Enquadramento

1.1. Enquadramento histórico

Durante o levantamento geológico à escala 1/25.000 da região Barroso-Alvão (BA), foram descobertos em 1987 por um dos autores (F.N.), vários filões pegmatíticos litiníferos (com mineralização de espodumena e pontualmente lepidolite). Dada a importância deste tipo de recursos minerais foi decidido pelo então IGM realizar uma campanha de prospecção nesta região durante a década de 90 do século passado. Da cooperação entre o GIMEF (Grupo de Investigação em Metalogenia e Fluidos) do Departamento de Geologia da Faculdade Ciências da Universidade Porto e o IGM, resultaram vários trabalhos de índole mineralógica, petrológica e geoquímica, que evidenciaram a especificidades dos filões litiníferos [1, 2, 3, 4 entre outros]. Estes trabalhos levaram ao interesse de empresas mineiras de exploração de minerais industriais que efectuaram pedidos de prospecção localizados em filões pegmatíticos com espodumena da região. Mais recentemente, no âmbito de um projecto de investigação intitulado “Estudos Pluridisciplinares para a Potenciação da Espodumena dos Pegmatitos como Fundente Litinífero para a Indústria Cerâmica e Vidreira” (POCTI/CTA/39659/2001) financiado pela FCT, foram utilizados e reinterpretados todos os conhecimentos obtidos anteriormente, bem como realizados novos trabalhos de investigação que permitiram a descoberta de novos filões pegmatíticos ricos em mineralizações de espodumena, mas principalmente em petalite. Na sequência destas novas descobertas foram solicitadas novas áreas de prospecção e pesquisa por empresas de fornecimento da Indústria Cerâmica e Vidreira [5].

1.2. Enquadramento geográfico e geológico

Desta forma, até à última década do século passado, a procura de lítio em Portugal resumia-se à Zona Centro, onde ocorria principalmente sob a forma mineral de lepidolite (mica litinífera). A descoberta destas grandes quantidades de espodumena (piroxena litinífera) em filões de pegmatito na Zona Norte, levaram à realização da referida campanha de prospecção de pegmatitos com lítio (Li) na região do BA, mas também ao aproveitamento de campanhas de prospecção anteriores, que tiveram outros objectivos, como por exemplo a prospecção de estanho (Sn) e tungsténio (W) na região de Freixo de Numão até Barca D’Alva (FB).

As regiões estudadas (Fig. 1) são campos pegmatíticos intruídos em metassedimentos rodeados por granitos. Alguns destes pegmatitos estão mineralizados em Li, sob a forma principalmente de três minerais: espodumena, petalite e lepidolite. Estes corpos são classificados como pertencentes à família LCT (Li, Cs, Ta), da classe dos elementos-raros (REL), subclasse REL-Li, tipo complexo, subtipo espodumena, petalite ou lepidolite, consoante o principal tipo de mineralização de lítio [6].

Constata-se ainda que os filões de espodumena são os únicos em que não existe uma mineralização em cassiterite, explorada artesanalmente ou raramente de forma industrial no século passado. Outra condicionante é que não se encontram filões mineralizados em lítio, que sejam intragraníticos.

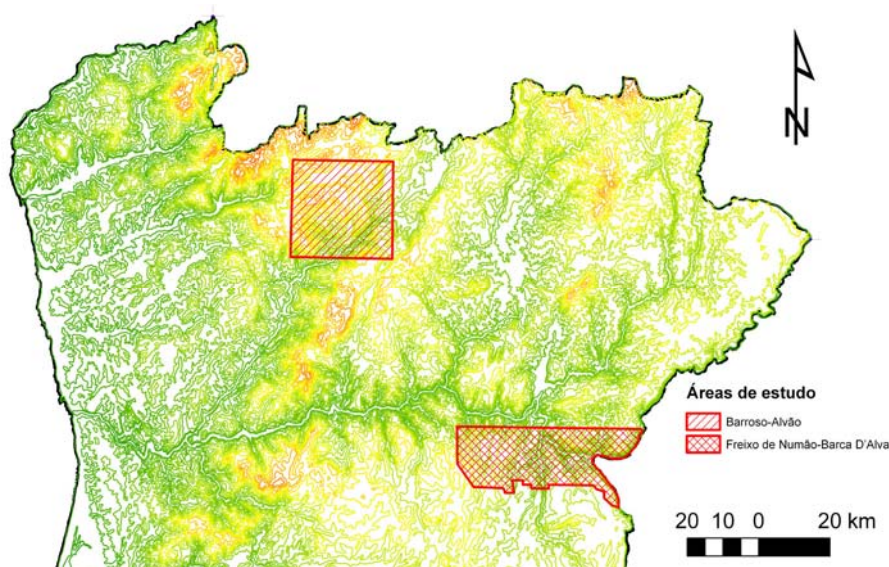


Figura 1 – Enquadramento geográfico das 2 regiões estudadas no contexto do Norte de Portugal (fonte: limite de Portugal Continental e altimetria do Atlas do Ambiente, a 24 de Abril de 2004)

2. Objectivos e Metodologia

2.1. Objectivos

Atendendo às necessidades de melhorar o conhecimento geológico das áreas estudadas através da interpretação de informações de campanhas de prospecção em duas regiões do Norte de Portugal, que apesar de distintas, possuem um enquadramento geológico semelhante, o objectivo principal do presente trabalho foi estabelecer um sistema de prospecção de minerais de lítio através de uma base de dados comum, onde fosse possível introduzir e interoperabilizar toda a informação considerada relevante.

O uso de um sistema de informação geográfica (SIG), pela sua capacidade de integração de informação multi-sectorial e possibilidade de realização de pesquisas orientadas e de análise espacial, foram a ferramenta seleccionada para a criação de um sistema dinâmico e multifuncional de prospecção, que permitisse identificar mineralizações de lítio, que constituíam a finalidade principal do presente trabalho.

2.2 Organização da estrutura de dados

Dada a grande diversidade de dados existentes relativos às várias áreas prospectadas e dada a multiplicidade da sua natureza (cartografia em papel, cartografia vectorial, dados de análises laboratoriais, entre outros), era necessária a criação de uma estrutura que congregasse num referencial comum todas as informações disponíveis, de modo a que, através de pesquisas orientadas e análise espacial, fosse possível identificar anomalias de teores de lítio presentes nas formações geológicas estudadas.

Por envolver dados geológicos, geofísicos, geoquímicos com dados geográficos, ambientais e sócio-económicos, a prospecção mineira necessita de um referencial comum onde seja possível conjugar todas as informações relevantes, o mesmo espaço geográfico.

Os SIG por permitirem, de forma simples e rápida a introdução, a actualização, a interpretação, a análise e a interacção entre os dados utilizados assumiram-se como a ferramenta adequada para a atingir o objectivo pretendido.

De modo a que a integração da informação numa base territorial comum fosse possível, a primeira tarefa relacionou-se com a compilação de informação e respectiva georreferenciação. Para além dos dados recolhidos na bibliografia da especialidade que foram possíveis de territorializar, e os as coordenadas obtidas nas tabelas de dados dos ensaios geoquímicos realizados no âmbito de campanhas de prospecção, os dados geográficos sistematizados no SIG encontram-se no Quadro I (página seguinte). A base de todo o sistema de informação produzido foi a Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000, na qual foi combinada a grande quantidade de dados geoquímicos de diferentes origens.

Em regiões anómalas em lítio que não podiam ser explicadas pela ocorrência de filões assinalados nessa cartografia, recorreram-se a fotografias aéreas de várias campanhas, no sentido de proceder à cartografia desses filões desconhecidos.

Quadro I - Informação geográfica utilizada no presente trabalho

Denominação	Formato	Data de produção	Produtor/ Modo de obtenção	Finalidade/Objectivo
Carta Militar de Portugal	Papel Rasterizado – Jpeg - Escala 1/25000	Edição antiga	SCE	Verificação dos dados de prospecção mineira, que foram efectuadas com base nestas edições/validação dos dados em termos de critérios de amostragem
Carta Militar de Portugal	Papel Rasterizado – Jpeg - Escala 1/25000	Última edição	IGEOE	Apoio aos trabalhos de campo para correcção/validação da cartografia produzida
Carta das Concessões Mineiras de Portugal	Papel rasterizado Escala 1/500000	Edição Única	SGP	Localização de possíveis mineralizações não cartografadas/validação de anomalias geoquímicas
Carta Geológica de Portugal	Papel rasterizado 1/50000	Últimas edições	IGM/ Dep. de Geologia da FCUP	Apoio aos trabalhos de campo para correcção/validação da cartografia
Fotografia Aérea	1/2000	2002	Lusiglob	Localização de possíveis filões de pegmatito não cartografados/validação de anomalias geoquímicas
Fotografia Aérea	1/2000	2005	3D Douro	Localização de possíveis filões de pegmatito não cartografados/validação de anomalias geoquímicas
Fotografia Aérea	Papel fotog. Rasterizado Aprox. 1/26000	Verão de 1958	USAF/Dep Geologia da FCUP	Localização de possíveis filões de pegmatito não cartografados/validação de anomalias geoquímicas

A integração de informações compreendeu a aquisição de dados em cartografia vectorial (CAD), a rasterização de cartografia em formato papel e o levantamento no terreno através de receptor de posicionamento global por satélite (GPS). Verificaram-se alguns erros quando o processamento dos dados se fez de forma manual, principalmente com as grandes quantidades de dados históricos, da década de 1980, guardados em formato papel. Os dados trabalhados apresentavam-se em diferentes sistemas de coordenadas. Optou-se pelo Sistema de Coordenadas Militares Portuguesas, pela maioria daqueles estarem neste sistema.

2.3. Metodologia de Tratamento de dados

Um dos objectivos deste estudo foi o de analisar a continuidade espacial do elemento Li, caracterizar e quantificar sua dispersão geoquímica em ambiente secundário de superfície, nomeadamente em bacias de drenagem, através de sedimentos de linha de água. É pretendido que estas informações sejam incorporadas em procedimentos de estimação, para não só descrever a variabilidade deste elemento em relação à geologia, como também servir de ferramenta de prospecção para a descoberta de novas mineralizações. As amostras provenientes deste tipo de prospecção são regionalizadas pois têm por base as

duas grandes formações litológicas diferenciadas das áreas em questão (rochas metassedimentares e rochas graníticas). Para cada uma das formações, e para cada uma das regiões, foi encontrado um valor de background e de anomalia, baseado no método dos percentis [7].

A integração dos dados de diferentes tipos (mapas em papel, informação em CAD, tabelas de análises geoquímicas de laboratório, etc) levou à produção de uma interpretação que pudemos verificar e testar no campo. Esta interpretação foi então sobreposta num mapa geológico, levando à confirmação de depósitos já conhecidos, mas também à descoberta de muitos outros filões com espodumena, petalite e lepidolite.

Na figura 2 sistematiza-se de forma esquematizada o processo metodológico utilizado.

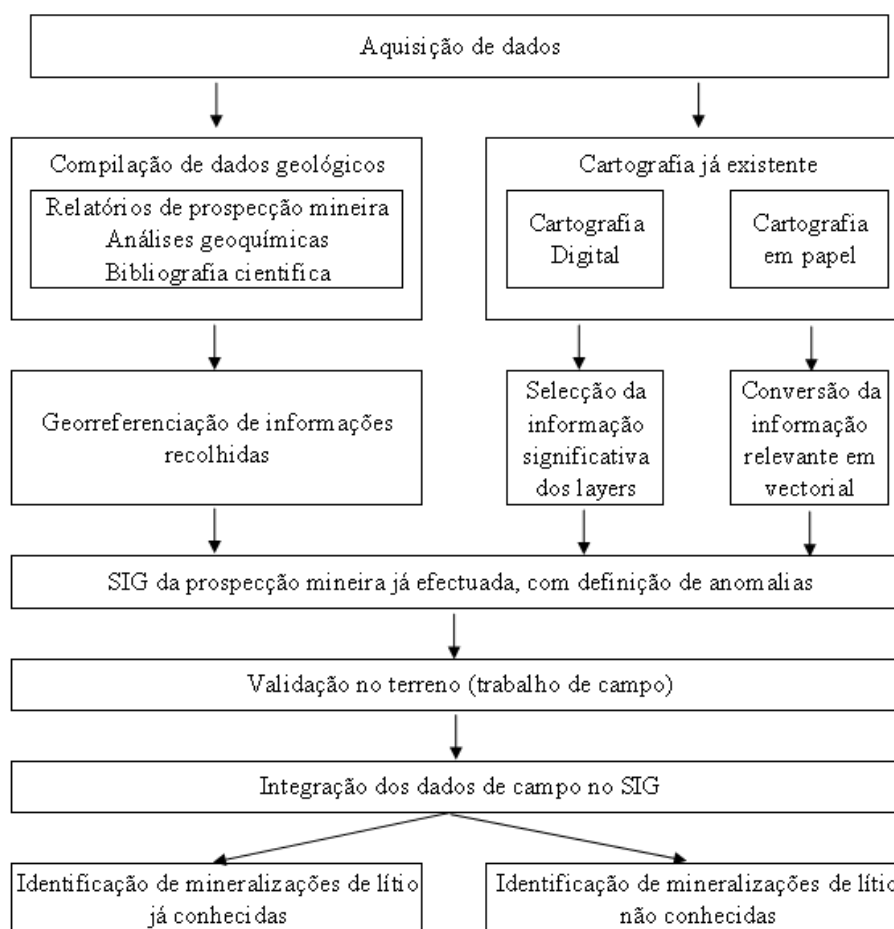


Figura 2 - Fluxograma-síntese da metodologia utilizada

2.3.1. Dados da Região Barroso-Alvão (BA)

A então DGGM (Direcção Geral de Geologia e Minas) realizou em 1989, os primeiros trabalhos de prospecção, numa área restrita de 20 Km², situada perto de

Covas do Barroso. Durante 1993 e 1994 a implementação do Projecto de Prospeção de Jazidas Litíniferas e de Metais Associados entre as Serras do Barroso e Alvão, estudou uma área com cerca de 227 Km^2 , onde a análise de 665 amostras de sedimento de corrente permitiu a detecção de várias anomalias de lítio [3], o que perfaz uma densidade de aproximadamente uma amostra por cada 0.34 Km^2 .

Durante 1995 e 1996, foi realizada um conjunto de 10 sondagens geológicas com recolha de testemunho e três filões diferentes (Alijó, Veral e Adagói), que levaram a uma perfuração de um total de 475,38 m, recolhendo-se 340 amostras para análise. Foram ainda efectuadas 3 trincheiras de pesquisa (176 m de extensão e 65 amostras) abertas sobre os filões. De todos estes trabalhos resultaram vários relatórios internos, bem como todo o seu levantamento em software CAD.

A tabela de geoquímica dos sedimentos de corrente continha, também, a localização de cada amostra através de coordenadas militares. Depois da digitalização desses dados, obteve-se uma tabela a partir da qual se projectaram as amostras (“Display XY data”) efectuando-se um “shapefile”, que se constatou estarem relativamente de acordo com as linhas de água da imagem das Folhas Militares georeferenciadas.

2.3.2. Dados da Região Freixo de Numão-Barca D’Alva (FB)

Para a região de FB os dados existente eram os de uma campanha de prospecção geoquímica para estanho realizada pelo consórcio BRGM (França) -SPE (Portugal). A amostragem foi executada em 2529 bacias de drenagem, a cobrir uma área irregular de cerca de 900 Km^2 , o que perfaz uma densidade de aproximadamente uma amostra por cada 0.36 Km^2 . A obtenção de dados neste caso foi em formato de papel, com a localização das amostras a apresentar em alguns casos, discrepâncias com as linhas de água onde teriam sido recolhidas. Uma vez que os dados adquiridos apresentavam alguns erros, optou-se para esta região, proceder a uma abordagem estatística dos dados de uma forma diferente. Deste modo, tentaram-se minimizar os erros de aquisição, nomeadamente o facto de muitas das amostras de sedimentos de linhas de água não coincidirem com linhas de água. Foram elaborados variogramas de continuidade para os teores de Li para as duas principais unidades litológicas (metassedimentos e granitos). Com base nestes variogramas foram gerados, por “Kriging”, mapas de blocos de

250mx250m, que reproduziram assim uma estimaco do lítio em funcção da geologia, estruturas e ocorrências minerais, realçando tendências e novos alvos de prospecção [8, 9].

2.4. Metodologia de tratamento de dados

2.4.1. Definição das bacias de drenagem

A tarefa de definição das bacias de drenagem correspondentes a cada amostra de sedimentos de corrente recolhida foi efectuada por desenho directo sobre a imagem rasterizada da Cartografia Geológica Militar  escala 1/25000, na edição respectiva  data dos trabalhos de campo de prospecção mineira.

Os critérios fundamentais foram: bacia desenhada a montante e a conter o ponto de amostragem, com passagem pelos pontos cotados e ligação pelas linhas de cumeada. Nunca foram cruzadas linhas de água, a não ser as da amostragem, logo abaixo do local onde esta foi recolhida.

2.4.2. Cruzamento dos dados da geoqmica com as bacias de drenagem

Para esta tarefa foi necessário efectuar uma associação espacial agrupando cada bacia de drenagem desenhada com os dados de geoqmica obtidos para cada amostra. Aplicando o princípio de que a cada amostra de sedimento de corrente corresponde à erosão da bacia de drenagem a montante correspondente, foram identificadas muitas bacias com anomalias em Lítio. O limite de *background* utilizados para as regiões estudadas foi de 100 ppm de Li, obtido de uma forma aproximada pelo método dos percentis. Para assinalar os filões pegmatíticos inseridos em bacias anmalas foi efectuada uma associação de tabelas, entre os dados dos filões de pegmatitos e as bacias anteriormente obtidas.

2.4.3. Definição de antigas zonas mineiras

Devido ao facto de as antigas explorações mineiras (com especial interesse nas regiões estudadas para as de estanho e de tungstnio), causarem uma grande distribuição de elementos qmicos de uma forma artificial, foi efectuada o levantamento destas utilizando informação geográfica de carácter pontual, recorrendo a várias fontes cartográficas (Quadro I) e confirmadas ou acrescentadas, na medida do possível com o trabalho de campo.

3. Análise dos dados e conclusões

Depois de se ter efectuado este projecto SIG foi-se verificar os dados no campo.

Para um melhor enquadramento recorreu-se ainda a ortofotomapas disponíveis na página de Internet da LUSIGLOB de forma a se obter uma cartografia de pormenor das áreas seleccionadas (escala 1/2000).

Estes dados foram testados no campo recorrendo à sua exportação para o *ArcPad7*, e sua utilização num equipamento *THALES MobileMapper CE* do Dep. de Geologia da FCUP. Foi necessário algum tempo para adaptação a este equipamento e software da família ArcGIS, mas os resultados justificam todo o trabalho de preparação. Não só se começaram a verificar os dados já introduzidos no campo, como também se pôde importar os dados antigos registrados num equipamento de GPS *Garmin etrex Vista* através do programa *DNRGarmin* do Departamento de Recursos Naturais do Estado de Minnesota, EUA.

Para se ter uma ideia da potencialidade da utilização desta ferramenta em prospekção saliente-se que, na versão “desktop” do *ArcPad7*, podem-se visualizar e carregar de uma memória SD, todos os dados da região que entendermos tais como amostras de sedimentos de corrente, de sanjas, amostras em canal, sondagens, etc, podendo estar todas georeferenciadas.

Do ponto de vista geológico, a aplicação destes métodos à prospekção de recursos geológicos, neste caso elementos-raros associados a pegmatitos, é de relevante importância, quer pelas ferramentas de análise visual e de dados, quer pelo tempo que é possível economizar após a aquisição das bases de dados.

Em ambas as regiões, BA e FB, foi possível estabelecer novas ocorrências minerais de alto valor económico para a indústria nacional, nomeadamente para a vitro-cerâmica. A aquisição e análise de dados antigos - nomeadamente de antigas explorações e prospekções para o Sn e W - em conjunto com o conhecimento de índole geológica das regiões, permitiu de forma expedita, seleccionar alvos de interesse, que posteriormente foram confirmados no trabalho de campo.

Na região do BA elevou-se de forma significativa as reservas de pegmatitos mineralizados em Li, com espodumena, mas principalmente os de petalite. Já na região do FB, aplicada como ferramenta de base, e depois do conhecimento adquirido em BA, os resultados continuam a surgir de forma positiva, quer no caso dos elementos-raros associados aos pegmatitos, especialmente Li, como

também no caso de associação desses mesmos elementos-raros a outros tipos de recursos, como é o caso da zona de Freixo-de-Numão, onde estão associados a rochas calcossilicatadas, bem como a filonetes de quartzo e sua orla de reacção, coincidentes com as zonas mineiras de Sn e W desactivadas.

4. Bibliografia

- [1] LIMA, A., CHAROY, B., NORONHA, F. & FARINHA J. (1999). Exploration of Lithium Deposits in the Barroso-Alvão Area (Northern Portugal) Mineral Deposits: Processes to Processing. Balkema. C. J. Stanley et al., eds., Vol. 2, pp. 1113-1116.
- [2] LIMA, A. (2000). *Estrutura, Mineralogia e Génese dos Filões Aplitepegmatíticos com Espodumena da Região do Barroso-Alvão (Norte de Portugal)*. Porto University and INPL Nancy, France. PhD Thesis, 270p..
- [3] FARINHA, J. & LIMA, A. (2000). Estudo dos filões aplitepegmatíticos litiníferos da Região do Barroso-Alvão (Norte de Portugal). *Estudos, Notas e Trabalhos*, 42, 3-50.
- [4] CHAROY, B., NORONHA, F. & LIMA, A. (2001). Spodumene-Petalite-Eucryptite: Mutual Relationships and Pattern of Alteration in Li-Rich Aplite-Pegmatite Dykes From Northern Portugal. *Can. Mineral.*, 39, 729-746.
- [5] LIMA, A. M. C., VIEIRA, R., MARTINS, T., FARINHA, J. A., NORONHA, F. & CHAROY, B. (2003). Os filões aplitepegmatíticos litiníferos da região Barroso-Alvão (Norte de Portugal). *Memórias e Notícias*, nº 2 (Nova Série). Publ. do Dep. Ciên. Terra e do Mus. Mineral. Geol., Univ. Coimbra. pp. 173-193.
- [6] ČERNÝ, P. & ERCIT, T. S. (2005). The classification of granitic pegmatites revisited. *Can. Mineral.*, 43, 2005-2026.
- [7] LIMA, A.M.C., VIEIRA, R. C., MARTINS, T., NORONHA, F. & DA SILVA, F. (2007). The use of geochemistry exploration to identify lithium bearing pegmatites-aplites veins in Northern Portugal. SGA, Dublin.
- [8] VIEIRA, R., SILVA, F. & LIMA, A. (2007). Lithium Pegmatites Exploration in eastern Portugal using Statistical and Geoestatistical Analysis. 23° International Applied Geochemistry Symposium (IAGS 2007), Oviedo, Espanha, pp. 63.
- [9] VIEIRA, R., LIMA, A., R.-ROBLES, E. & MARTINS, T. (2007). Lithium-bearing pegmatite resources at Fregeneda-Almendra pegmatitic field (Spain & Portugal). Goldschmidt Conference Abstracts, *Geoch. Cosmoch. Acta*, 71, 15-1, A1066.

Resultados preliminares da aplicação de um modelo heurístico, em ambiente SIG, para caracterização das condições hidrodinâmicas em meio rochoso fracturado (rochas granitóides)

J. M. Lourenço, A. S. Oliveira e L. O. Sousa

Departamento de Geologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal. martinho@utad.pt, soliveir@utad.pt, lsousa@utad.pt

Resumo

Neste trabalho aplica-se o método heurístico, em ambiente SIG, para caracterização das condições de circulação dos fluidos em meio rochoso fracturado. A análise recai sobre a área de uma antiga escavação, em litologia predominantemente granitóide.

O método assume que neste tipo de ambiente geológico a circulação e o armazenamento dos fluidos são particularmente controlados pelas fracturas, em função da sua extensão, penetrabilidade, abertura, alteração, tipo de preenchimento e respectivo estado de consolidação/impermeabilização.

Os dados de campo relativos aos planos de fractura foram recolhidos de forma sistemática, por levantamento clássico com estação total. De entre as características recolhidas assinalam-se a tipologia do plano de fractura, a sua atitude, abertura, preenchimento, circulação de fluidos e vegetação em crescimento. Estas características foram classificadas e, a cada uma dessas classes, atribuíram-se índices.

O modelo foi criado em ambiente SIG, sobre a totalidade dos dados recolhidos. Os resultados obtidos permitiram a definição de cinco zonas potencialmente mais favoráveis à circulação de fluidos, com direcção genérica segundo NNW-SSE. A precipitação ocorrida posteriormente à recolha dos dados de campo, permitiu verificar que os planos que passaram a evidenciar a circulação de fluidos possuem *scores* elevados, o que permite antecipar uma boa adequação do modelo aos objectivos propostos.

Com base na análise efectuada, foi sugerida a localização de três piezómetros, para estudo prévio, que permitirão oportunamente afinar e avaliar o modelo, em conjugação com a eventual detecção de marcadores.

Palavras chave: método heurístico; circulação de fluidos; SIG; hidrodinâmica; meio rochoso fracturado.

1 – Introdução

Os trabalhos foram desenvolvidos com o intuito de caracterizar as condições que potenciam a circulação de fluidos em meio rochoso fracturado, com vista à implantação de um aterro de resíduos industriais banais, numa antiga escavação desenvolvida para exploração de inertes, em litologia predominantemente granitóide, localizada no distrito de Vila Real.

O desenvolvimento deste aterro implica a minimização dos aportes hidráulicos ao interior da escavação e o controlo adequado da percolação dos lixiviados que eventualmente aí se acumulem.

Neste tipo de ambientes deve ter-se especial cuidado com as áreas onde ocorrem fracturas, pois a circulação e o armazenamento dos fluidos são principalmente controlados pelas fracturas, particularmente pelas que apresentam condições de permeabilidade acrescida.

A sua influência é potenciada pela extensão das superfícies de fractura, pela sua penetrabilidade, abertura, tipo de preenchimento e respectivo estado de consolidação/impermeabilização. A intersecção entre algumas fracturas com direcções diferentes pode propiciar condições favoráveis para a ocorrência de exurgências.

A aplicação do método heurístico, através de índices adequados e convenientemente ponderados, com suporte analítico em ambiente SIG, revela-se, de momento, uma ferramenta com elevado potencial face aos objectivos propostos, que posteriormente poderá evoluir para um modelo estatístico.

2 – Metodologia de recolha dos dados

Os trabalhos incidiram sobre os terrenos da antiga escavação, com uma área de cerca de 4,4 ha, e terrenos adjacentes. A fracturação foi referenciada e caracterizada de forma sistemática. A referenciação dos planos de fractura foi efectuada por levantamento clássico com estação total, mediante a determinação de pelo menos uma posição, associada à atitude respectiva do plano, ou de duas ou mais posições, sempre que as condições de exposição e de segurança o permitiram.

A caracterização dos planos de fractura incidiu sobre os factores referidos no quadro I.

Quadro I – Atributos dos planos de fractura registados.

Tipologia
Diacalse
Falha
Quadro I (continuação) – Atributos dos planos de fractura registados.
Movimentação registada
Espessura afectada
Caixa de falha (espaço com espessura considerável entre paredes de uma fractura ou associação de vários planos de fractura)
Movimentação registada
Espessura afectada
Atitude
Direcção
Pendor
Inclinação
Sentido da inclinação
Abertura (afastamento medido entre as paredes da fractura)
Preenchimento
Tipo
Características
Espessura
Circulação de fluidos (água subterrânea)
Vegetação em crescimento

De forma a enquadrar os dados recolhidos, a uma escala regional, procedeu-se a uma análise sistemática de lineamentos fotointerpretados e à inventariação de pontos de água, em torno da escavação, até um raio de 500 m, de modo a caracterizar as condições de fracturação e hidrogeológicas envolventes.

No contexto geológico foi ainda efectuada a caracterização litológica dos diferentes litotipos e respectivo estado de alteração.

3 – Dados recolhidos

A base dos patamares da escavação encontrava-se coberta por uma camada de material de aterro, que não permitiu a observação dos planos de fractura sobre essas superfícies, motivo pelo qual as observações recaíram essencialmente sobre os taludes e sobre o material rochoso aflorante nas imediações da escavação.

No total registaram-se 491 planos de fractura, cujas características conduziram ao estabelecimento das classificações que constam do quadro II.

Quadro II – Classificação dos atributos dos planos de fractura registados.

Tipologia
Diacfase
Falha
Movimentação registada
Desligamento esquerdo
Desligamento direito
Quadro II (continuação) – Classificação dos atributos dos planos de fractura registados.
Falha normal
Inconclusiva
Espessura afectada
Milimétrica (< 1 cm)
Centimétrica (entre 1 cm e 10 cm)
Caixa de falha
Movimentação registada
Desligamento direito
Espessura afectada
Decimétrica (entre 10 cm e 1 m)
Métrica (≥ 1 m)
Atitude
Embora classificáveis, optou-se por manter o registo dos valores medidos ou determinados por projecção das posições referenciadas pelo levantamento. Para facilitar a análise dos atributos, utilizaram-se as notações por rumos e pela direcção de inclinação máxima (<i>dip-direction</i>), para a direcção e pendor, respectivamente. Os sentidos de inclinação foram paralelamente classificados através das notações por quadrantes.
Abertura
Fechado
Milimétrica (< 1 cm)
Centimétrica (entre 1 cm e 10 cm)
Decimétrica (≥ 10 cm)
Preenchimento
Tipo
Aplito
Aplito e pegmatito
Argila, clorite e quartzo
Argila e milonito
Argila, óxidos e quartzo
Argila e pegmatito
Argila e quartzo
Clorite
Feldspatos e micas
Granito esmagado e quartzo
Óxidos
Óxidos e pegmatito
Óxidos e sulfuretos
Óxidos e quartzo
Óxidos, pegmatito e quartzo

Pegmatito
 Pegmatito e quartzo
 Pegmatito e sulfuretos
 Pegmatito, quartzo e sulfuretos
 Sulfuretos
 Quartzo
 Não observável

Quadro II (continuação) – Classificação dos atributos dos planos de fractura registados.

Características
Esmagado
Filão
Granito esmagado
Milonitizado
Milonitizado e argilizado
Quartzo de baixa temperatura
Quartzo esmagado
Fibras de quartzo
Não aplicável
Espessura
Milimétrica (< 1 cm)
Centimétrica (entre 1 cm e 10 cm)
Decimétrica (entre 10 cm e 1 m)
Não aplicável
Circulação de fluidos
Observada
Não observada
Vegetação em crescimento
Observada
Não observada

Do ponto de vista litológico a área de estudo é dominada pela presença de rochas granitóides biotítico-moscovíticas, com granulometria variável, desde grosseira a média, por vezes porfiróide, até à textura de grão fino. São frequentes os filões e filonetes aplíticos, aplito-pegmatíticos e quartzosos. As zonas de maior alteração estão associadas aos sectores onde se regista a presença dos planos de fractura mais penetrativos. No sector SE regista-se a presença de corneanas e migmatitos, que constituem uma pequena lâmina litológica, de espessura e extensão modestas, suprajacentes ao batólito granitóide.

4 – Análise dos dados e validação dos resultados

Os dados recolhidos foram analisados em ambiente SIG. A estrutura e o desenvolvimento das bases de dados respectivas foram elaboradas de acordo com

as regras aconselhadas pela ESRI ([1], [2], [3], [4], [5], [6]), de modo a minimizar os erros e garantir a sua referenciação e correcção.

A análise aplicou o método heurístico. Na impossibilidade de validar os resultados dos vários modelos sobre conjuntos de dados distintos, optou-se por dividir, aleatoriamente, o conjunto de dados recolhidos em dois grupos, com idêntico número de planos. O modelo, criado a partir da totalidade dos dados registados, foi testado sobre um dos grupos, de modo a verificar a sua adequabilidade e comparado com os resultados obtidos quando aplicado sobre o outro grupo [7]. Este procedimento foi sucessivamente repetido, de modo a garantir a validade do modelo, independentemente dos grupos criados.

O modelo resultante considerou os seguintes índices (Tabela I).

Tabela I – Índices atribuídos aos factores que concorreram para o modelo final.

Tipologia do plano	
Diaclase	1
Falha	3
Caixa de falha	5
Abertura	
Milimétrica	1
Centimétrica	2
Decimétrica	3
Tipo de preenchimento	
Aplito	1
Aplito e pegmatito	1
Argila, clorite e quartzo	2
Argila e milonito	2
Argila, óxidos e quartzo	2
Argila e pegmatito	2
Argila e quartzo	2
Clorite	1
Feldspatos e micas	1
Granito esmagado e quartzo	3
Óxidos	1
Óxidos e pegmatito	1
Óxidos e sulfuretos	1
Óxidos e quartzo	1
Óxidos, pegmatito e quartzo	1
Pegmatito	1
Pegmatito e quartzo	1
Pegmatito e sulfuretos	1
Pegmatito, quartzo e sulfuretos	1
Sulfuretos	1
Quartzo	1
Não observável	0
Características do preenchimento	

Esmagado	3
Filão	1
Granito esmagado	3
Milonitizado	1
Milonitizado e argilizado	2
Quartzo de baixa temperatura	1
Quartzo esmagado	3

Tabela I (continuação) – Índices atribuídos aos factores que concorreram para o modelo final.

Fibras de quartzo	1
Não aplicável	0
Espessura do preenchimento	
Milimétrica	1
Centimétrica	2
Decimétrica	3
Circulação de fluidos	
Observada	5
Não observada	0
Vegetação em crescimento	
Observada	2
Não observada	0

A partir dos factores e índices assinalados na tabela I criaram-se as plantas respectivas, em formato *raster*, em ambiente SIG. Essas plantas consideraram células de 0,5 m x 0,5 m, de modo a permitir uma representação espacial dos planos tão próxima quanto possível da representação linear correspondente [8], verificando os critérios apontados por Llopis [9] para a rasterização de vectores lineares.

A planta final resultou da adição das plantas parciais dos diferentes factores.

5 – Resultados e discussão

Os resultados assim obtidos (Fig. 1), apresentam *scores* variáveis entre 0 e 24 (baixo a elevado, respectivamente). A distribuição espacial dos *scores* mais elevados permitiu a definição de cinco zonas potencialmente mais favoráveis à circulação de fluidos, com direcção genérica segundo NNW-SSE, que atravessam toda a área da escavação. Esta direcção genérica coincide com a direcção mais frequente de entre as famílias de fracturas representadas, entre N20°W a N40°W (Fig. 2 B), com pendor genericamente elevado (regra geral superior a 80°) para SW (Fig. 2 A), como, aliás, se verifica para a família de planos que registam abertura (Fig. 2 C e D).

Para além desta família, verifica-se, ainda, a presença de uma outra, com direcção próximo de E-W, com pendor variável (Fig. 2 A e B).

De entre as famílias de planos de fracturação com preenchimento, destaca-se a família N20°W a N30°W (Fig. 2 F). Esta família enquadra-se nas direcções da anteriormente referida e, à semelhança, apresenta pendores genericamente elevados para SW (Fig. 2 E).

As direcções acima referidas encontram-se particularmente representadas nos lineamentos estruturais fotointerpretados, apresentam extensão frequentemente quilométrica (Fig. 3) e poderão condicionar a ocorrência de algumas nascentes localizadas imediatamente a sul da escavação.

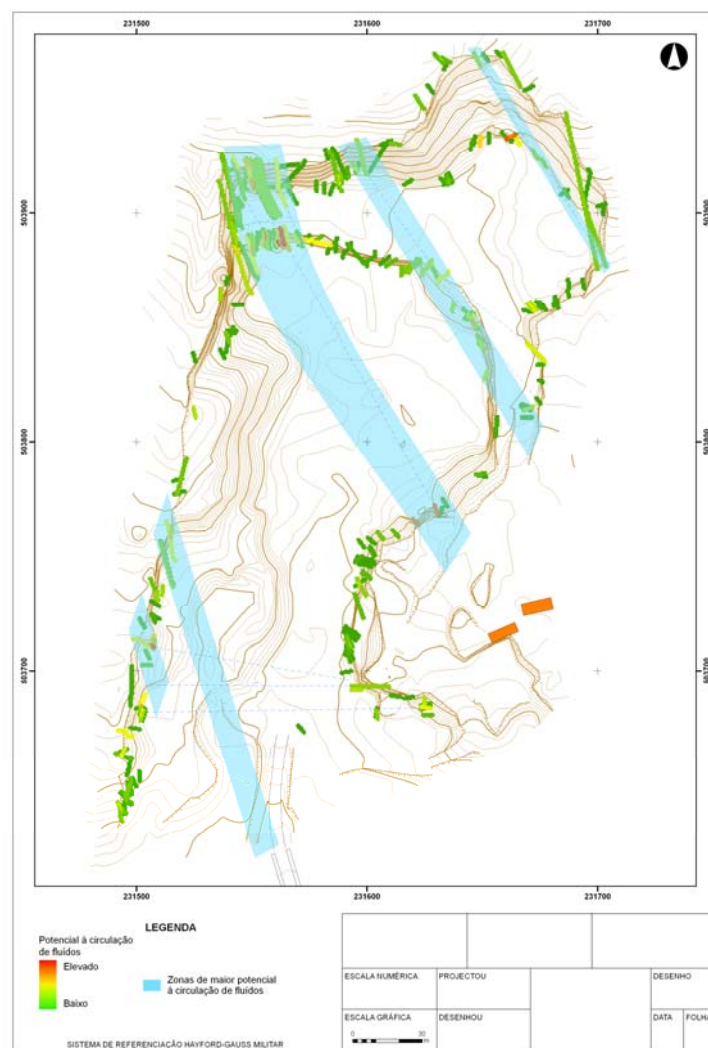


Figura 1 – Zonas de maior potencial à circulação de fluidos.

Os dados foram recolhidos após um período prolongado de fraca precipitação. Estas condições reflectem-se na fraca percentagem de planos que evidenciaram circulação de água (12,5%). A precipitação ocorrida após o período de registo dos dados provocou a circulação de água em planos onde anteriormente não era

observada. De acordo com o modelo proposto, a totalidade desses planos possui *scores* iguais ou superiores a 18, o que permite antecipar uma boa adequação do modelo aos objectivos propostos.

Com base nesta análise, foi proposta a localização de três piezómetros (Fig. 4), para estudo prévio, que deverão ser executados proximamente. Estes piezómetros permitirão afinar e avaliar o modelo, não só em função das permeabilidades que venham a ser quantificadas, mas também dos caudais que a eles venha a afluir, e do eventual registo de marcadores que venha a efectuar-se desde posições a montante da escavação, com detecção nos piezómetros e nas nascentes localizadas imediatamente a sul da escavação.

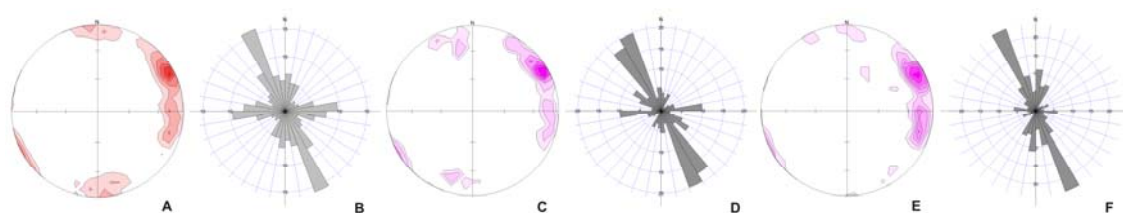


Figura 2 – Estereogramas (rede de igual área) e diagramas de roseta dos: A e B – planos de fractura; C e D – Planos de fractura com abertura; E e F – planos de fractura com preenchimento.

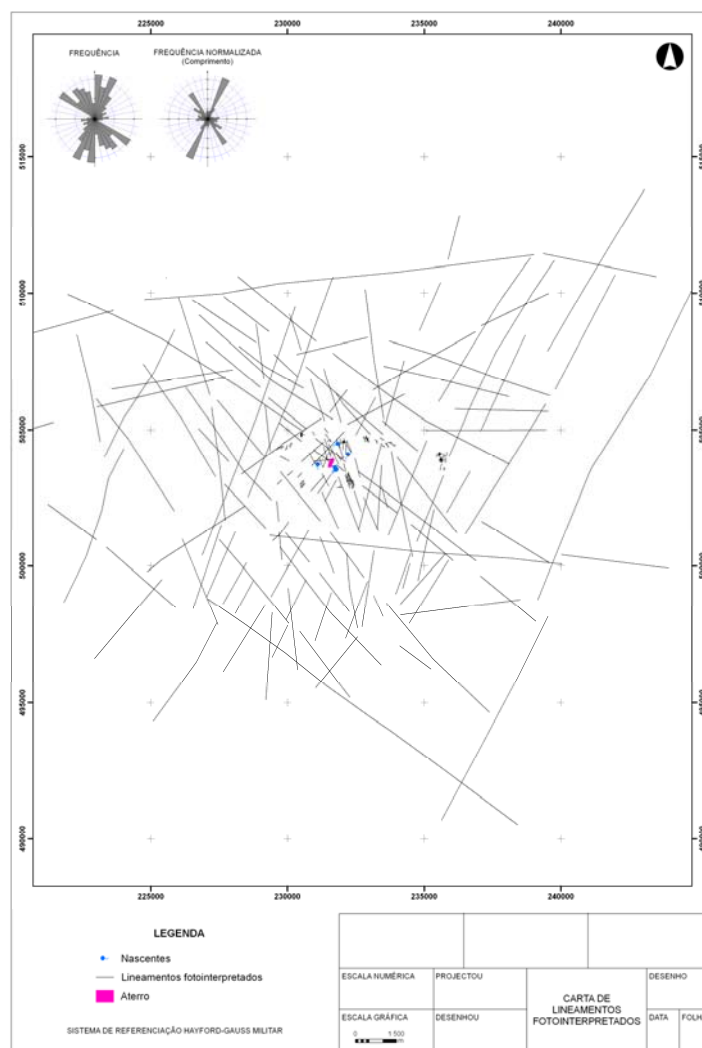


Figura 3 – Carta de lineamentos fotointerpretados e diagramas de roseta respectivos.

Na fase de implementação da obra serão propostos outros locais, nos quais serão executados novos piezómetros, nomeadamente nos restantes sectores com maior potencial hidrodinâmico. O factor litológico, em especial no que se refere ao estado de alteração dos materiais geológicos, não foi considerado, já que aquele que foi observado não parece susceptível de criar anisotropias importantes quanto à capacidade de condicionar a circulação e armazenamento de fluidos.

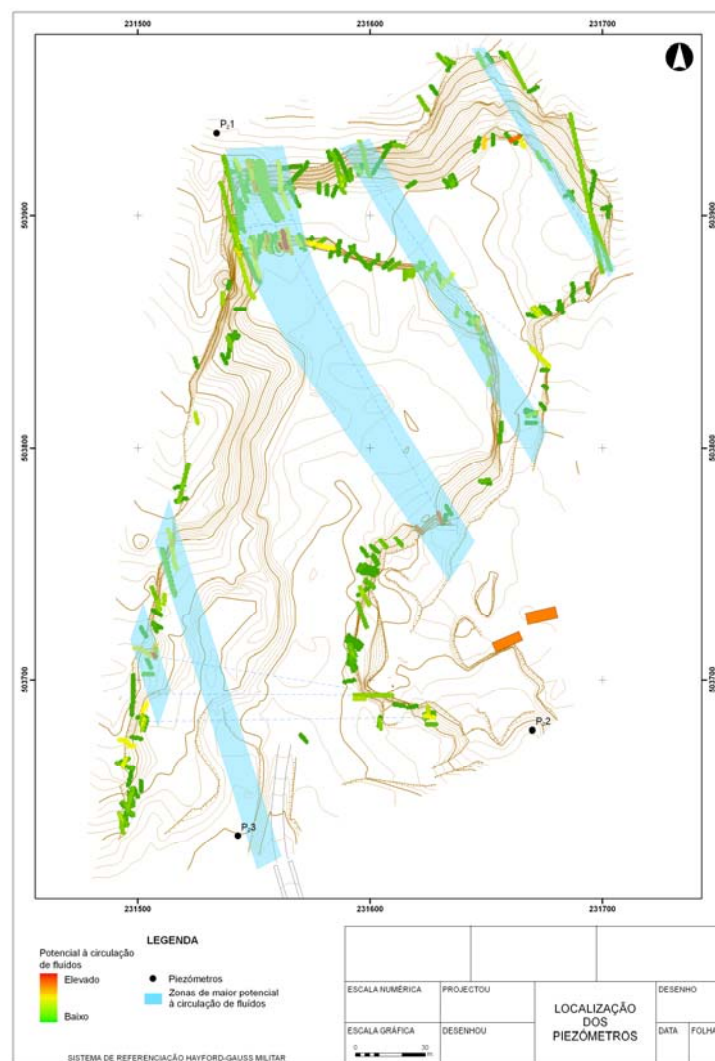


Figura 4 – Localização dos piezômetros propostos com base nos resultados obtidos.

Referências

- [1] ESRI. QA/QC for GIS data: starting a quality assurance program. ESRI Instructional Series Podcast. Redlands, California, USA. Disponível na WWW em <http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase/training.html>. 2005. Consultado em Julho de 2007.
- [2] ESRI. Planning your geodatabase for cartography with ArcGIS 9.2. ESRI Instructional Series Podcast. Redlands, California, USA. Disponível na WWW em <http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase/training.html>. 2006 a. Consultado em Julho de 2007.
- [3] ESRI. QA/QC for GIS data: creating a quality assurance plan. ESRI Instructional Series Podcast. Redlands, California, USA. Disponível na WWW em

<http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase/training.html>. 2006 b.

Consultado em Julho de 2007.

[4] ESRI. QA/QC for GIS data: initial quality control checks. ESRI Instructional Series Podcast. Redlands, California, USA. Disponível na WWW em <http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase/training.html>. 2006 c.

Consultado em Julho de 2007.

[5] ESRI. QA/QC for GIS data: recording and tracking errors. ESRI Instructional Series Podcast. Redlands, California, USA. Disponível na WWW em <http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase/training.html>. 2006 d.

Consultado em Julho de 2007.

[6] ESRI. QA/QC for GIS data: visual inspection and quality control. ESRI Instructional Series Podcast. Redlands, California, USA. Consultado em Julho de 2007. Disponível na WWW em <http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase/training.html>. 2006 e.

[7] Fabbri, A., Chung, C. F., Napolitano, P., Remondo, J. & Zêzere, J. L. Prediction rate functions of landslide susceptibility applied in the Iberian Peninsula. Edited by Brebbia, C. A. Risk Analysis III, Series: Management Information Systems, WIT Press, Southampton, Boston, vol. 5, 703-718. 2002.

[8] Maguire, D., Batty, M. & Goodchild, M. (Ed.). GIS Spatial Analysis and Modelling. ESRI Press, Redlands, California, USA. 2005.

[9] LLopis, J. P. Sistemas de Información geográfica aplicados a la gestión del territorio. Editorial Club Universitario. Alicante, España. 2006.

Estimação da distribuição histórica da população global: modelação multi-temporal da população para estudos de urbanização e alterações ambientais

Sérgio Freire, Johannes Feddema¹

GeoPoint Lda. e Department of Geography, University of Kansas, USA

Rua Artilharia Um, 67, 1º Esq., 1269 – 500 LISBOA

sfreire@geopoint.pt

¹ *Department of Geography, University of Kansas, USA*

Lindley Hall, Lawrence KS 66045, USA

Palavras-chave: modelação populacional população histórica, urbanização, alterações ambientais, SIG raster.

Resumo

Mapas que representem a distribuição espacial das populações humanas e a sua evolução histórica são importantes para diversas aplicações, que incluem estudos populacionais, de modelação ambiental, urbanização, planeamento, e alterações globais.

O estudo que aqui se apresenta combina os dados do LandScan, ocupação do solo, declive, e estimativas de número de habitantes por país num modelo baseado em regras para estimar distribuições populacionais em diversos momentos desde 1750, período próximo do início da Revolução Industrial, até ao presente.

O processo foi implementado através de rotinas desenvolvidas nas linguagens FORTRAN e depois em Visual Basic, e produziram-se mapas *raster* com resolução de 30 segundos de arco para a Península Ibérica, Reino Unido, Holanda, Estado da Califórnia (EUA) e África Oriental.

Abstract

Knowing the spatial distribution of human population density is important to improving our understanding of anthropogenically induced environmental change (climatic and others), and to better estimate potential populations impacted by these changes and natural or manmade disasters.

This project uses the LandScan database, a rules-based model and a number of population estimates and projections to predict past and future population distributions at 30-seconds resolution. These population densities are modeled based on knowledge of land cover, slope, and 1998 population density from the LandScan database.

The model was implemented in FORTRAN, and maps of population distribution were produced for Iberia, UK, Holland, State of California, and East Africa.

1. Introduction

Knowledge of past, present and future human population densities can be useful for a variety of purposes, including use in studies of global change, environmental modeling and planning efforts. Having population data referenced

to latitude and longitude in a machine readable format, as opposed to indexed to political units, significantly increases its analytical value and range of applications. Despite the availability of historical population data for some world areas, there is a need for consistent worldwide population databases at a fine resolution to simulate human impacts on a global scale. It is also believed that high-resolution historical population densities can be used to derive urban extent.

Results from this study may have a primary use in the simulation of the integrated effects of urbanization on global climates. Although there is significant evidence that urban areas and land use have an important impact on the global climate system, research efforts have been hampered by the lack of information on historical population and urban extent [1].

Although attempts at creating gridded population surfaces predate the advent of the computer [2, 3], the last two decades have seen numerous studies and initiatives to further this methodology. Chief among the many factors that seem to contribute to a renewed interest in population distribution methods and applications, are: a) the advancements of Geographic Information Systems (GIS) and GIS-based analysis and mapping, b) greater availability and integration of digital spatial data (digital maps, satellite imagery, etc), c) an increased awareness and interest in the socioeconomic dimension in environmental change studies, and d) a need to improve emergency management by better estimating population exposure to risk.

Most of these research initiatives have opted to present their results in a raster data structure. Raster data structures provide significant computational advantages due to its ease of use in modeling and GIS analysis. However, most population source data are collected for administrative areas of varying size and the proportional allocation of such data to smaller resolution grids can be problematic. A number of methods have been employed to downscale population data, with varying degrees of success.

To date, four projects [4, 1, 5, 6] have attempted to estimate global population densities. Each of these projects has employed different approaches depending on the goals of the project. Hence, the databases produced have distinct spatial and temporal characteristics (Table 1).

To produce LandScan, best available census counts were distributed to grid cells based on probability coefficients which, in turn, are based on road proximity,

slope, land cover, and nighttime light intensity. Although the mapped distribution represents an ambient population, which integrates diurnal movements and collective travel habits into a single measure (to approximate the actual value of population likely to be present in each cell), verification and validation studies conducted so far confirm an accurate allocation of existing population to grid cells, and the methodology employed indicates that the database can be used to derive global urban extent.

Table 1. Characteristics of Gridded Databases of Population Density

PROJECT	RESOLUTION (cell size)	TEMPORAL COVERAGE	SPATIAL COVERAGE
<i>LandScan Global Population Project v1.2</i>	30'' X 30''	1998	World (253 countries and areas)
<i>Gridded Population of the World, v.2</i>	2.5' X 2.5'	1990, 1995	World (72 N to 57 S, 217 countries)
<i>HYDE Database, v.2.0</i>	30' X 30'	1700 – 1995, yearly	World
<i>Global Population Database</i>	Variable: 20' X 30' and 5' X 7.5'	Variable, starting in 1965	Selected countries, currently 150

Despite their ambitious global coverage, however, few of these grid databases have a spatial resolution that enables the simulation of the approximate extent of urbanization, and none features a combination of grid cell size and temporal coverage that realistically allows the extraction of urban extent over time. The development of the LandScan Global Population database, at a 30- by 30-second resolution, now makes it feasible to evaluate human change processes in ways previously not possible (Figure 1).

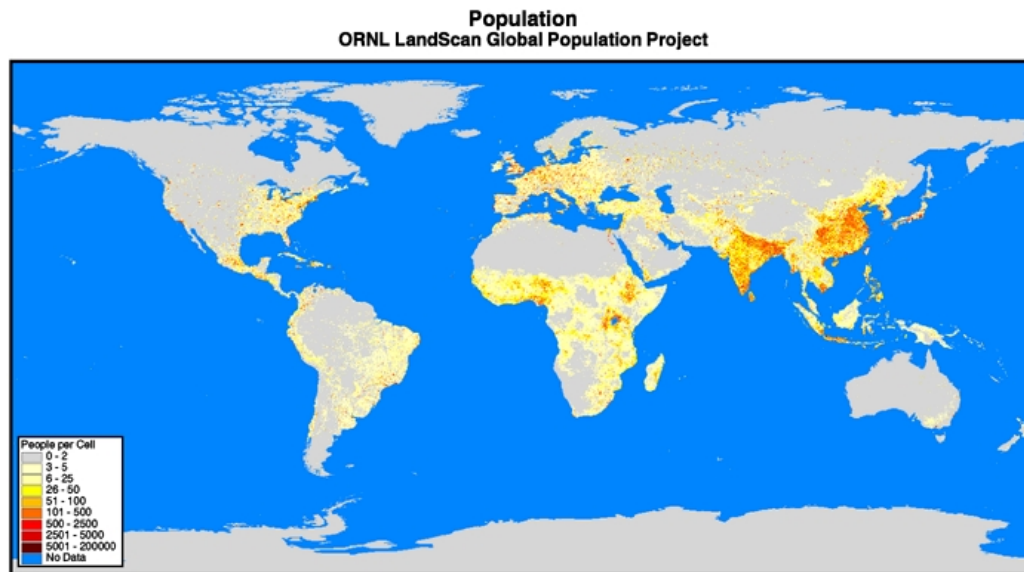


Figure 1. The LandScan Global Population database.

The main goal of this project was to model past population distributions at high spatial resolution (30 arc seconds), that may support population-based studies and the extraction of urban extent over time.

2. Methodology

The methodology involved several steps. These include:

- a) Data collection phase, to assemble national level population data and other input information for the model;
- b) Data preparation and closing of gaps in data sets;
- c) Model development and definition of parameters;
- d) Running of model and production of results.

2.1. Study area

The test areas chosen for this study are Iberia (Portugal and Spain), the United Kingdom (UK), Holland, State of California (US), and East Africa (Figure 2). These areas were selected to represent different urban environments and settlement patterns.

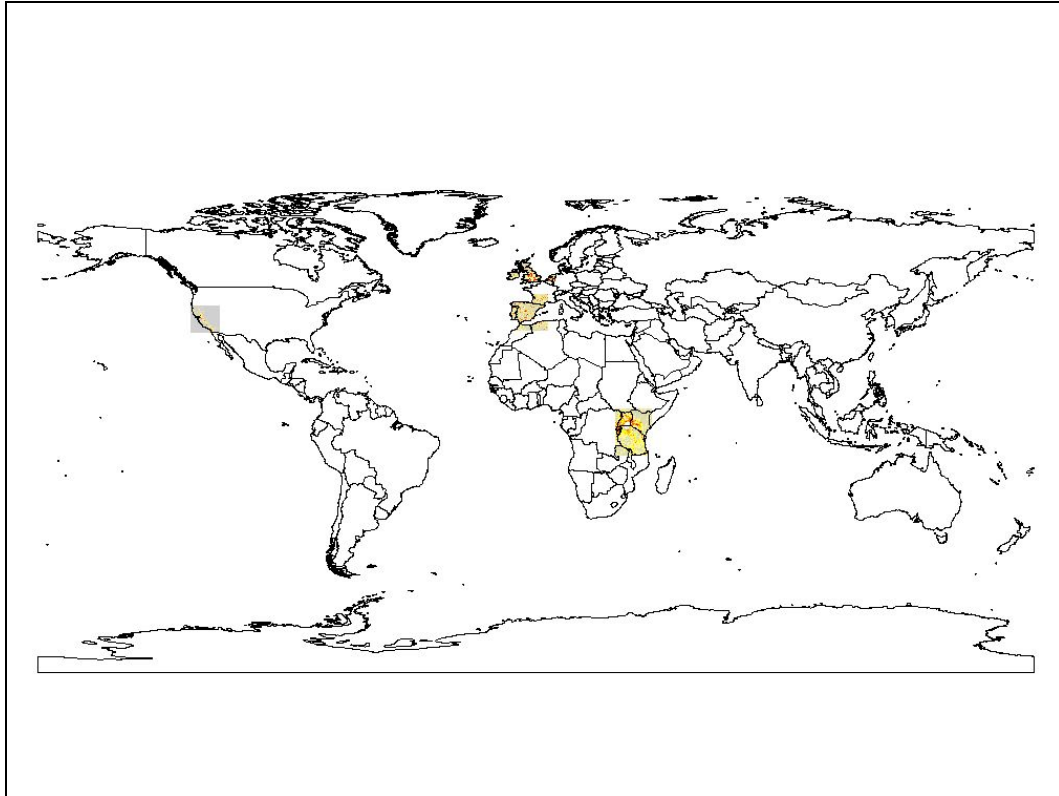


Figure 2. Test areas for modeling historical populations.

2.2. Data sets

Data sets used for modeling include global databases of land cover, slope, and best available country-level and U.S. state population estimates. Population estimates were compiled and interpolated from several sources.

The land cover map used is the U. S. Geological Survey's (USGS) Global Land Cover Characteristics (GLCC) database (Figure 3) derived from Advanced Very High Resolution Radiometry (AVHRR) satellite imagery at a 1-km resolution [7]. This database was also used to produce LandScan.

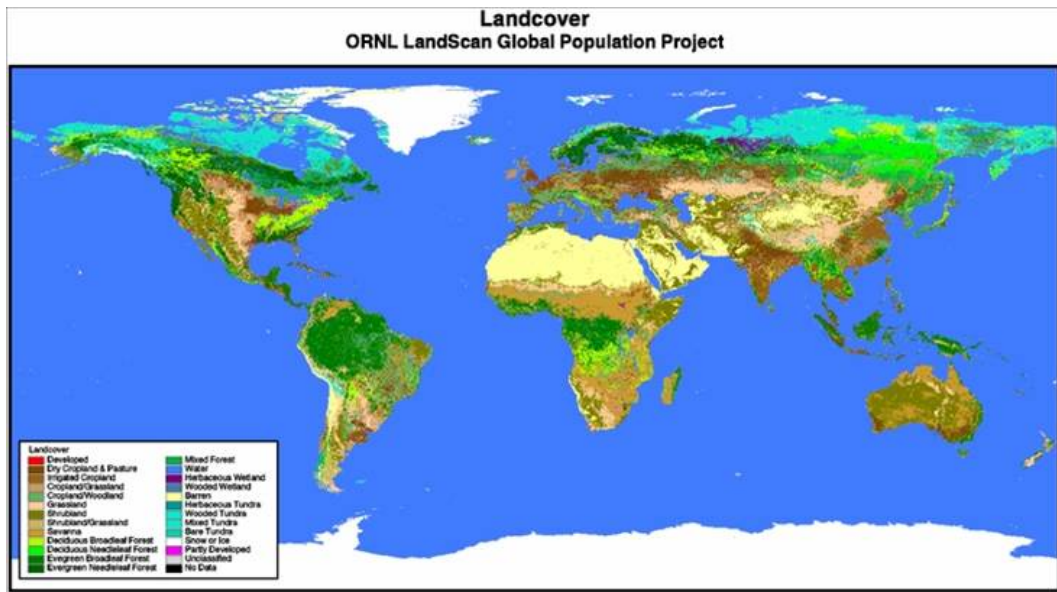


Figure 3. Global Land Cover Characteristics (GLCC) database.

Data for slope is derived from NIMA's Digital Terrain Elevation Data (DTED) Level 0, 30 Arc Second Terrain Data (Figure 4).

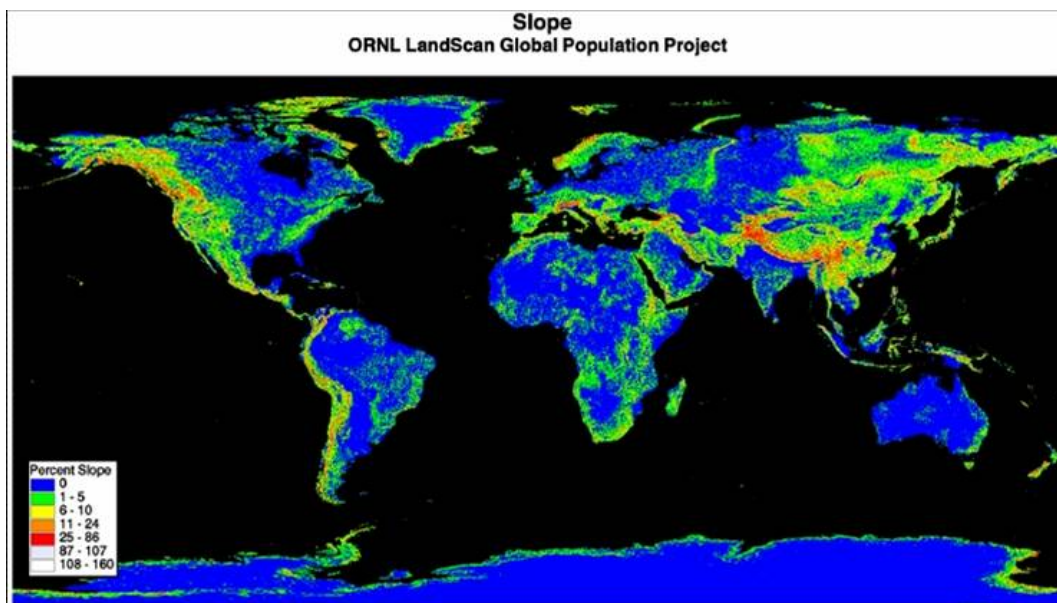


Figure 3. The slope database.

2.2.1 Assembling population estimates and projections

An important part of the effort in this project was concentrated on assembling population estimates for present-day countries/areas and U.S. states for the years 1750, 1800, 1850, 1900, 1925, 1950, and 1975.

Due to innumerable changes in boundaries, fusion and cessation of countries, this is a complicated process. For the purposes of this study all country areas and boundaries were specified according to the LandScan database, which considers 253 countries and areas. Best population figures for each country and area had to be compiled and estimated based on these boundaries. Data sources for this step include the following:

Mitchell, [8, 9, 10] provides data on international historical statistics including census of population;

McVedy and Jones [11]. This database provides historical population estimates for all countries of the world back to 400 B.C.;

U.S. Bureau of Census [12, 13] International Data Base (IDB), which is a computerized data bank of demographic and socio-economic statistics. The IDB was created in the Census Bureau's International Programs Center in response to the information requirements of IPC staff to meet the needs of organizations that sponsor IPC's research efforts. The IDB combines data from country sources (especially censuses and surveys) with IPC's estimates and projections to provide information dating back as far as 1950 and as far ahead as 2050 for 227 countries and areas of the world. Sources of information for the Bureau of Census projections include the U.S. bureau of the Census, estimates and projections; National Statistics Offices; and United Nations and Specialized Agencies (ILO, UNESCO, WHO).

Data for U.S. States were compiled separately from the same sources. Because no population estimates are available prior to the creation of specific states, the earlier population for many states, particularly interior and western states, is based on average population estimates derived from Native American population estimates for the contiguous U.S. area (this only includes the 1750-1850 time periods). An example of data sources by time period for US states is shown in table 2. Because the LandScan database does not distinguish U.S. States, grid cells in the LandScan database had to be assigned to each U.S. state using GIS techniques.

2.3. Modeling

The model developed for this study uses the LandScan 1998 population distribution as a base year to extrapolate population densities backward to 1975, 1950, 1925, 1900, 1850, 1800, and 1750. The year 1750 was selected as the earliest date mainly for two reasons: a) its proximity to the onset of the Industrial Revolution, which increased living standards and life expectancy, and resulted both in significant population growth as well as in a dramatic shift towards an urban society; and b) it is the first date where some country-level population estimates are available.

Initially, the GLCC land cover data was simplified by combining the original classes into urban (developed), partly developed, agricultural, natural, and water categories (Figure 4).

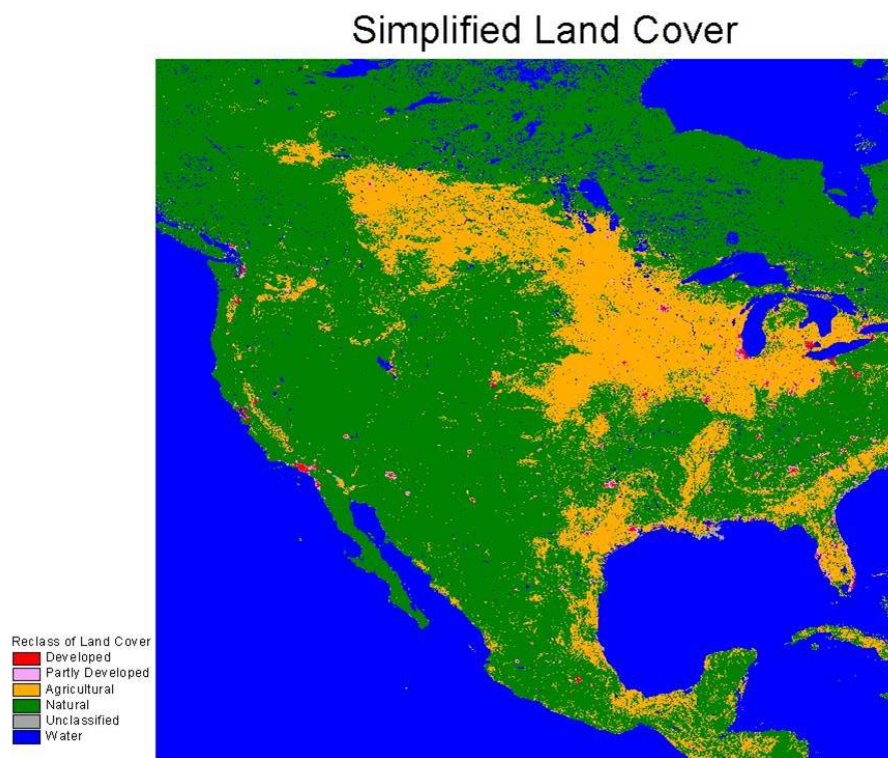


Figure 4. Simplified Land Cover classes in North America.

The global databases of land cover, slope, and best available country-level and U.S. state population estimates were combined with urbanization rates to define the change rules. The probabilities associated with different functions were changed based on regional aggregations of data. Different regions were defined: North America, Latin America and Caribbean, Europe, Oceania, Africa and South

America. The assigned probabilities are based on aggregate information on world urbanization statistics [14, 15].

As a rule-based model, its behaviour depends on the type of cell, which itself is a function of its land cover, population density, and slope class. For instance, a search radius determines if a cell is inside or in the vicinity of a metropolitan area; if it is, the cell will have priority in reducing its population count.

The model was implemented in FORTRAN programming language, and it iterates until the population for the target year is achieved (Figure 5). Therefore the model complies with Tobler's "pynophylactic (volume-preserving) condition" [16] in estimating population distribution for each date.

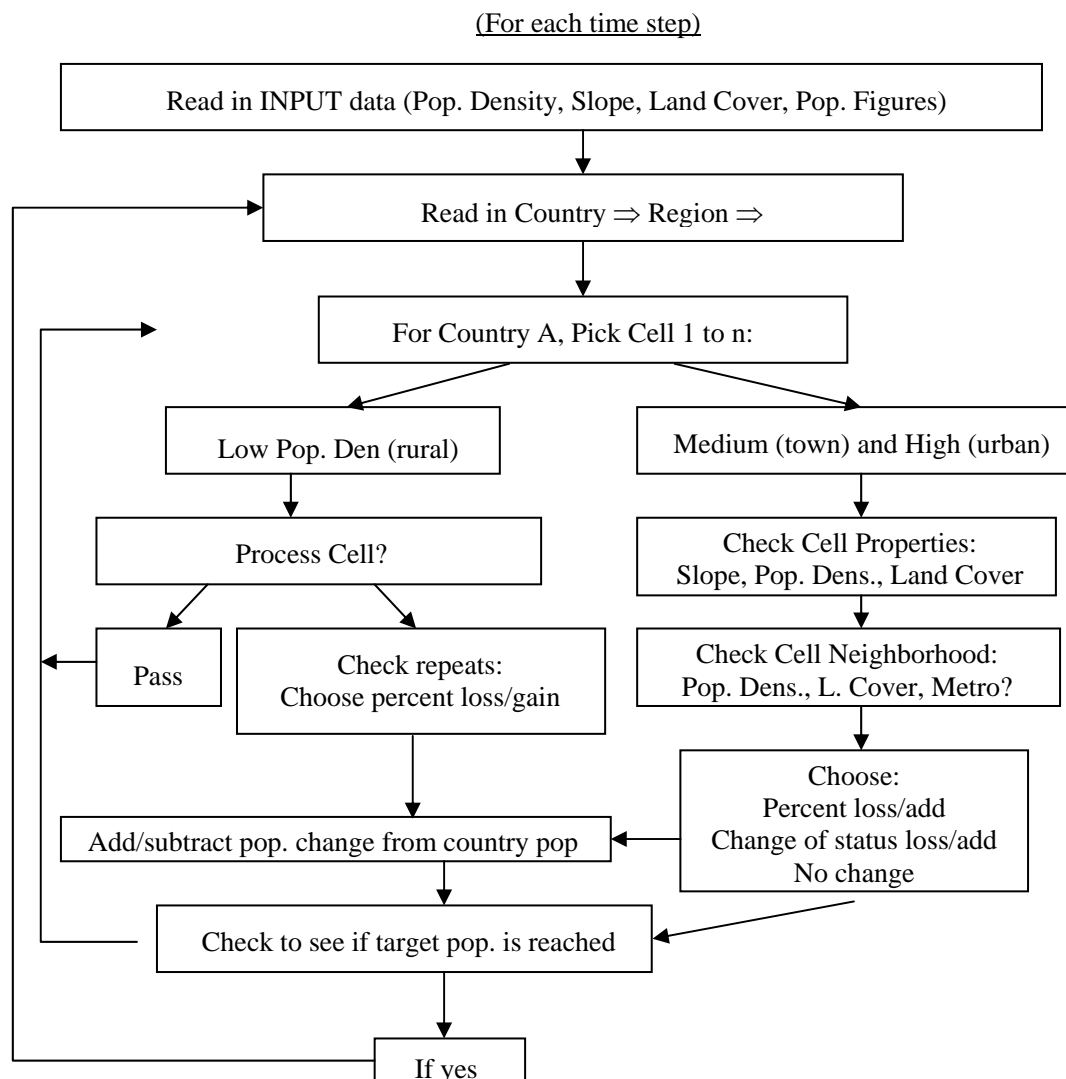


Figure 5. Overview of the modeling process.

First the model collects all the grid cells associated with a specific country. The model then cycles through all of the country's grid cells. Using a user-defined probability (10% to start with) a cell is selected for processing or passed over to ensure that the removal of population is evenly spread over the entire country. If a cell is selected, population will be removed or added depending on the national population trends and the cell properties. This process will cycle through the country's cells until the national population reaches the value of the target date (e.g. the national population number in 1975 if we are hind-casting from 1998 to 1975). The process will then be repeated to hind-cast back to 1950, using the 1975 population density estimate as a starting point.

If a cell is selected for processing, its land cover value will determine the specific action taken to add or remove population to the grid cell. Based on user defined parameters for each time period modeled (e.g. hind-casting from 1998 to 1975), population will be reallocated as follows: in a cell classified as agricultural use or natural vegetation, a fixed percentage will be added/subtracted from the population. For the 1998 to 1975 hind-cast we may increase the population density in these cells by increasing by a predefined percentage. This is based on the assumption that there has been significant rural to urban migration in that period in the country processed (e.g. in Europe or in the U.S.). Such values are different for each country, but are constant for regions (e.g. Europe, U.S., Africa etc.).

For urban or partially developed land use cells, a more complex system is employed. Cells are first classified as being part of a metropolis, or a smaller town based on the total population in a 5 km radius of the cell. Based on user-defined probabilities the cell may behave differently as follows:

the cell population may remain unchanged in population if, for example, it is a part of a small town and is completely surrounded by agricultural or natural land cover, or if the cell is in the core of an urban center (surrounded by other urban cells); the cell may lose/gain a portion of its population, if in the interior of a partly developed area; the cell can change its land cover classification to agricultural or natural area and lose the majority of its population. The population density will be changed to the average of the nearest surrounding agricultural/natural grid cells. This would apply to a cell at the edge of an urban or partly developed location.

The population removed/added to a cell will then be considered in the running total of the national population.

In this process, different probabilities will be assigned to each option depending on the land cover and population density of its surrounding grid cells, and based on the slope of the cell. In general, partly developed grid cells will have a very high probability to be reduced to agricultural/natural land cover classes. This is based on the assumption that most of the partly developed areas in the LandScan database represent sub-urbanization and recent urban growth. In general it is assumed that steeper slopes were developed more recently or will be developed later in a growth scenario and that urban cells neighboring water are difficult to alter as they are assumed to be part of a core urban center.

3. Results

Main results of this effort are digital raster databases representing population for each 30-second grid cell for each test area, for the years 1750, 1800, 1850, 1900, 1925, 1950, and 1975.

Figure 6 illustrates results for UK for selected years.

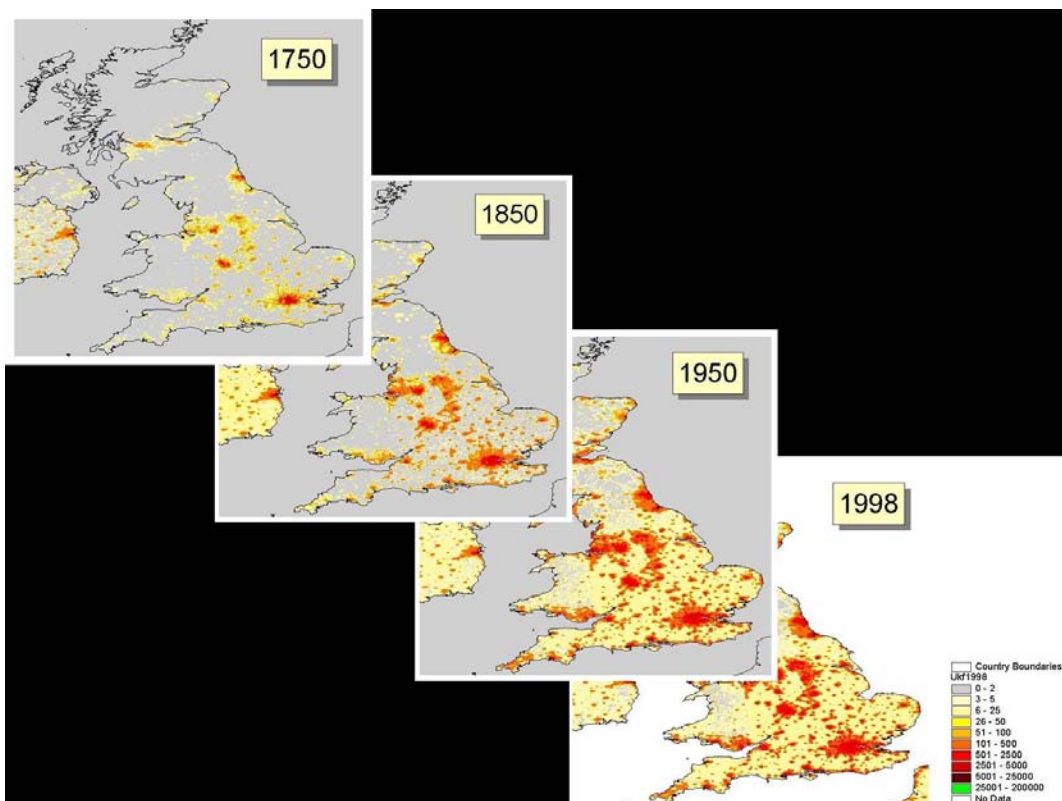


Figure 6. Population distribution for UK for selected years.

The results clearly show the varying distribution of population in time and space. The main pattern of settlement remains and the urban hierarchy seems to be preserved in past dates, which may not be true for all areas. Also, in the case of UK, rural population density seems to decrease unrealistically, which does not occur in other study areas (e.g., Iberia).

However, control data is needed to both calibrate the model and perform verification and validation of final results.

4. Conclusions

Overall, the model seems to perform quite well and appears capable of producing useful data, indicating that historical global population distributions can be modeled using this approach, and urban extent approximated. However, results may be improved by tailoring the model's change probabilities/parameters to individual countries.

Calibration and model assessment is needed, but lack of historical data sources (maps, density estimates, etc.) limits verification and validation of results for large areas of the world, and is the very reason this project was implemented.

5. References

1. Tobler, W. R., U. Deichmann, J. Gottsegen, and K. Maloy, 1995. The Global Demography Project. Technical Report No. 95-6. National Center for Geographic Information and Analysis. UCSB. Santa Barbara, CA, 75pp.
2. Balk, D. L., U. Deichmann, G. Yetman, F. Pozzi, S. I. Hay and A. Nelson, 2006. In Hay, S.I., Graham, A.J. and Rogers, D.J. (eds), *Global mapping of infectious diseases: methods, examples and emerging applications. Advances in Parasitology*, volume 62. (London: Academic Press) pp. 119-156.
3. DeMers, M. N., 1997. *Fundamentals of Geographic Information Systems*. New York: John Wiley & Sons.
4. Leddy, R., 1994. Small area populations for the United States. Presented at the Annual Meeting of the Association of American Geographers, San Francisco, CA.
5. Klein Goldewijk, C.G.M. and Battjes, J.J., 1997. A hundred year (1890 - 1990) database for integrated environmental assessments (HYDE, version 1.1). Report no. 422514002, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, The Netherlands.

6. Dobson, J. E., E. A. Bright, P. R. Coleman, R. C. Durfee, and B. A. Worley, 2000. A Global Population Database for Estimating Population at Risk. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 66(7), pp. 849-857.
7. Loveland, T., J. Merchant, D. Ohlen, and J. Brown, 1991. Development of a land-cover characteristics database for the conterminous U.S., *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 57(11): 1453-1463.
8. Mitchell, B.R., 1992. *International Historical Statistics Europe: 1750 - 1993*, Third Edition. New York, Stockton Press, London, MacMillan Reference Ltd., 942 pp.
9. Mitchell, B.R., 1993. *International Historical Statistics, The Americas: 1750 - 1988*. New York, Stockton Press, London, MacMillan Publishers Ltd., 817 pp.
10. Mitchell, B.R., 1998. *International Historical Statistics, Africa, Asia & Oceania: 1750 - 1993*, Third Edition. New York, Stockton Press, London, MacMillan Reference Ltd., 1113 pp.
11. McEvedy, C. and R. Jones, 1978. *Atlas of World Population History*, Middlesex, England: Viking Penguin. 368 pp.
12. U.S. Census Bureau, Population Division, 2000. *International Data Base*. <http://www.census.gov/ipc/www/idbnew.html>
13. U.S. Census Bureau, Population Division, 2000. *Population Estimates and Projections*. <http://www.census.gov/population/www/index.html>
14. United Nations, 1999. *World Population Prospects, The 1998 Revision*, United Nations, New York.
15. United Nations, 2000. *World Urbanization Prospects, The 1999 Revision – Key Findings*, United Nations, New York. 14 pp.
16. Tobler, W. R., 1979. Smooth Pycnophylactic Interpolation for Geographical Regions. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, No. 367 (Sep., 1979), pp. 530-535.

Ferramentas SIG aplicadas à cartografia de Recursos Naturais na Serra de Monchique, sul de Portugal (VALEMON)

Victor Correia¹, Carlos Sousa¹, Tomasz Boski¹ & Will Simonson²

¹ Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMA) – Universidade do Algarve. Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal. vcorreia@ualg.pt

² Organização A Rocha, 8501-903 Mexilhoeira Grande, Algarve, Portugal.

Resumo

A utilização de plataformas baseadas em Sistemas de Informação Geográfica para a inventariação e cartografia de Recursos Naturais e Elementos Ambientais é hoje incontornável. Este tipo de plataformas pode facilmente ser adaptado a ferramentas de prospecção, avaliação de potencialidades económicas e de gestão ambiental versáteis. Neste sentido, o Centro de Investigação Marinha e Ambiental da Universidade do Algarve desenvolve, em parceria com o Município de Monchique e com a Faculdade de Ciências Experimentais da Universidade de Huelva, o projecto VALEMON – Valorização Económica e Ambiental do Maciço Alcalino de Monchique – Financiado pelo Programa INTERREG IIIA cooperação transfronteiriça Portugal – Espanha. Centrado na Serra de Monchique, e em particular no maciço ígneo alcalino, o projecto VALEMON, em termos genéricos, está a desenvolver dois produtos: **a)** Cartografia das potencialidades económicas da Serra de Monchique (MONSIG) e **b)** Aplicação didáctica em forma de guia multimédia para a educação ambiental (MONDID).

Palavras-chave: Cartografia, recursos naturais, gestão ambiental, potencialidades económicas.

1. Introdução

O Centro de Investigação Marinha e Ambiental (CIMA) da Universidade do Algarve está a desenvolver, em parceria com o Município de Monchique e com a Faculdade de Ciências Experimentais da Universidade de Huelva, um projecto para a Valorização Económica e Ambiental do Maciço Alcalino de Monchique (VALEMON). Este projecto é financiado pelo Programa INTERREG IIIA, cooperação transfronteiriça Portugal – Espanha.

Centrado na Serra de Monchique e em particular no maciço ígneo alcalino (**figura 1**), este projecto pretende criar dois produtos finais principais:

- a) Cartografia das potencialidades económicas da serra de Monchique e em particular do seu maciço ígneo alcalino (MONSIG);
- b) Aplicação didáctica em forma de guia multimédia para a educação e gestão ambiental (MONDID).

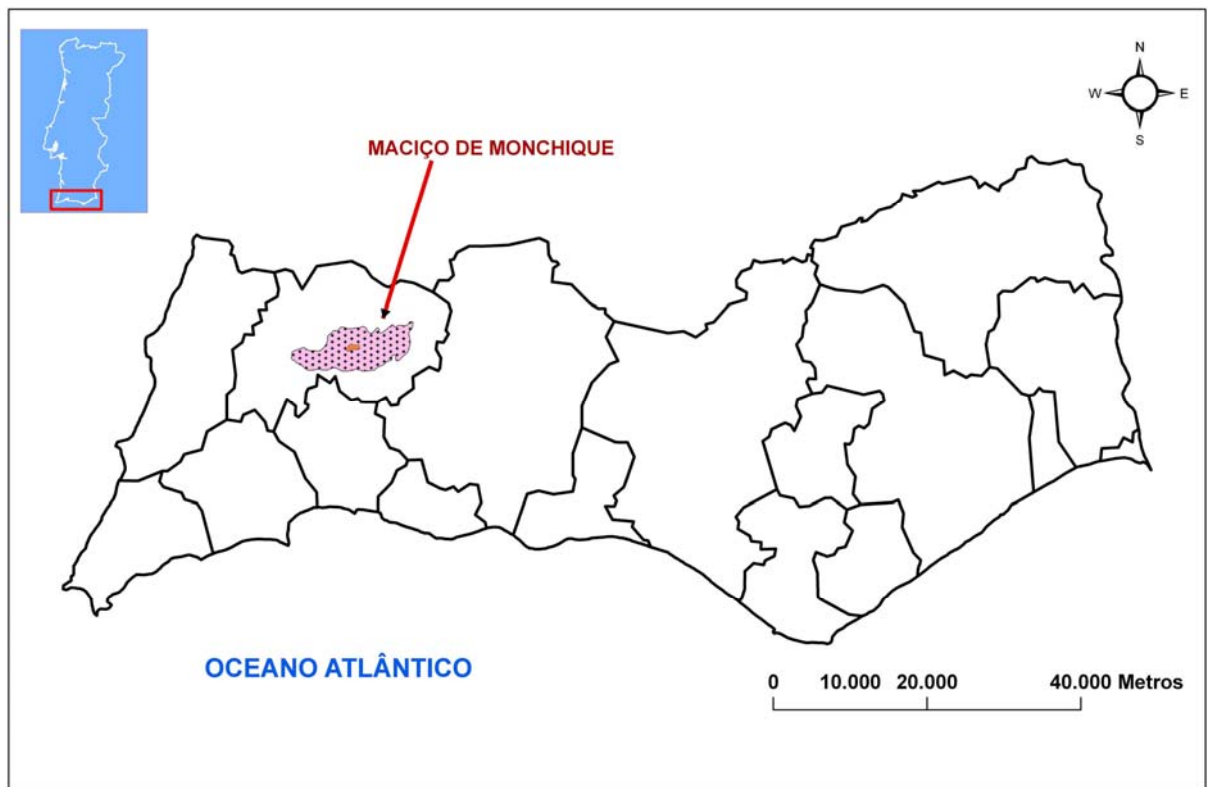


Figura 1 – Localização do maciço de Monchique. Algarve, Sul de Portugal.

A produção de informação através de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) potencia a visualização e interpretação de conteúdos. A exploração individual da informação e o desenvolvimento de autonomia e pensamento crítico tornam-se, deste modo, num elemento motivacional e facilitador das aprendizagens.

Em conjunto, estes dois produtos colocam ao dispor das entidades competentes importantes instrumentos de avaliação do potencial económico em termos de recursos minerais e naturais. Por outro lado, enriquecem as autarquias envolvidas e a sociedade em geral com uma ferramenta de gestão e educação ambiental e turística da região do Município de Monchique.

Este projecto pretende também contribuir para o projecto BIOPARQUE DE MONCHIQUE em desenvolvimento pela autarquia local, e que tem em vista o estabelecimento de uma região protegida que possa fomentar a educação ambiental e ecoturismo na Serra de Monchique.

2. Maciço alcalino de Monchique

Está também em progresso um projecto de investigação para uma tese de Doutoramento na Universidade do Algarve, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, para estudo geoquímico e geofísico detalhado do maciço ígneo alcalino, assim como das suas potencialidades económicas em termos de recursos minerais.

Através da análise da composição dos minerais pesados separados dos sedimentos das linhas de água que, directa ou indirectamente, recebem carga sedimentar do maciço, em combinação com a geoquímica de rochas de superfície, pretende confinar potenciais fontes de elementos incompatíveis (ex.: nióbio) e Terras Raras.

A prospecção geofísica possibilitará delinear os afloramentos de magnetite identificados no flanco norte do maciço e efectuar, em paralelo, o levantamento geomagnético desta zona, de modo à pormenorização da reconhecida anomalia regional.

2.1 Geologia

O maciço de Monchique corresponde a uma intrusão ígnea alcalina localizada no município com o mesmo nome. Apresenta uma área visível com cerca de 80 Km² e nele se encontram os pontos mais elevados da Serra de Monchique: Fóia e Picota (**figura 2**). Do ponto de vista geológico o maciço alcalino é um caso raro no contexto das intrusões peninsulares, constituído por cerca de 95% por sienitos nefelínicos (Sousa, F., 1926; Rock, N., 1983). Por esse motivo, desde muito cedo que o maciço de Monchique tem despertado a curiosidade e o interesse por parte de geólogos e outros investigadores. O primeiro trabalho sobre o maciço alcalino de Monchique foi realizado no século XIX por R. Blum (1861) onde apresenta aspectos relativos à tectónica, à petrografia e à morfologia. Este autor atribuiu à rocha do monte da Fóia o nome de *foiaíto*.

O Maciço de Monchique é dos maciços ígneos alcalinos mais importantes da Europa. Pertence à província ígnea alcalina da Península Ibérica, de idade do Cretácico Superior, que inclui os três maciços sieníticos: Monchique, Sines e Sintra (Rock, N., 1983). Encontra-se encaixado em metassedimentos constituídos

por xistos, grauvaques, arenitos e quartzitos de idade do Carbónico Inferior marinho.

Estudos mais antigos, como os de R. Daly (1914) classificam os sienitos nefelínicos em foiaítos e pulasquitos. Os foiaítos, predominantes no bloco da Picota, apresentam um teor de nefelina de 20-30% (normativa ou modal), enquanto os pulasquitos, presentes no bloco da Fóia, apresentam um teor de nefelina inferior a 10%.

W. Czygan (1969) e Ribeiro dos Santos (1973) consideram o maciço mais ou menos uniforme, apesar das variações que podem ser atribuídas à proximidade do contacto exterior.

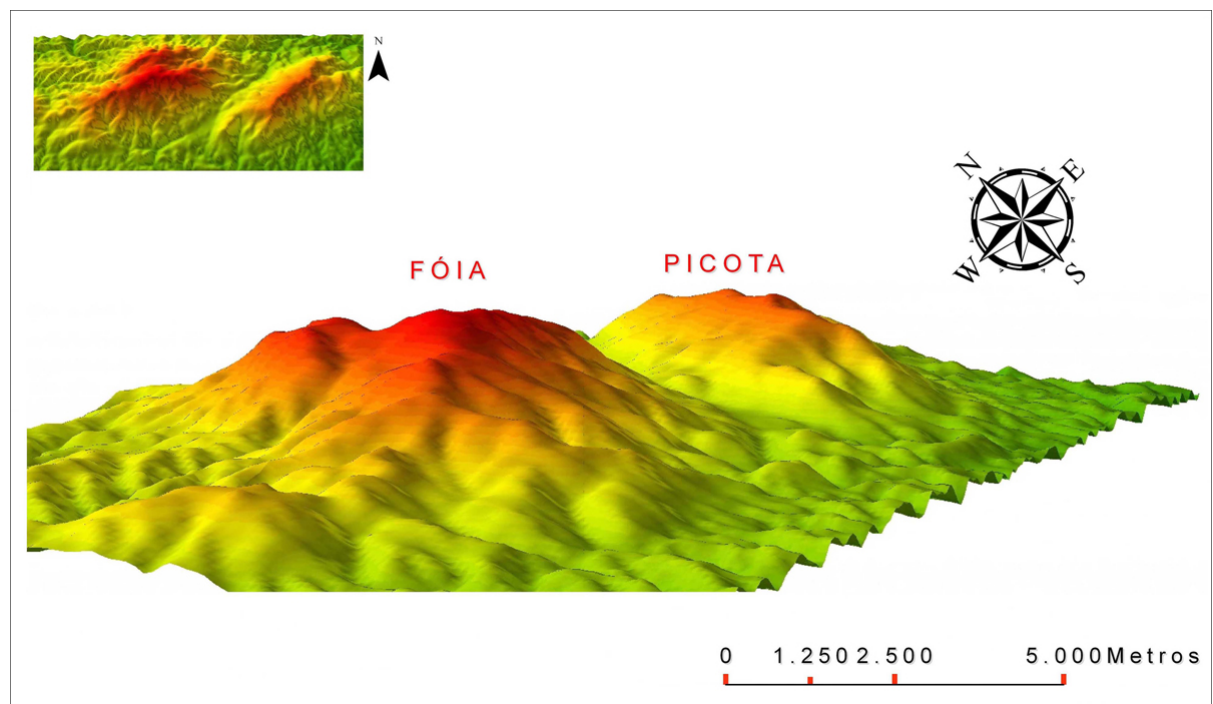


Figura 2 – Blocos topográficos do maciço de Monchique separados por vale tectónico.

Mais tarde, N. Rock (1983) propõe que a intrusão terá resultado de várias pulsações de magma, todas elas derivadas do mesmo reservatório sub-vulcânico no qual terá ocorrido a diferenciação.

Mais recentemente, E. Clavijo e V. Valadares (2003) apresentam o maciço constituído por unidades litológicas que revelam uma estrutura zonada central (**figura 3**). A principal diferenciação efectua-se entre dois tipos de sienito nefelínico.

O núcleo desta estrutura é constituído por uma fácies muito grosseira que, em geral, apresenta uma textura intergranular devido ao grande desenvolvimento dos cristais de feldspato alcalino (ortoclase e microclina). O teor em nefelina é superior a 25%, atingindo 40% em afloramentos pontuais.

A unidade anteriormente descrita encontra-se envolvida por um anel descontínuo, de sienito heterogéneo quer ao nível da sua composição mineral como da sua textura e granularidade. Esta unidade apresenta variações no teor em nefelina que em geral é inferior a 10%, embora em alguns locais possa apresentar valores que podem ir até aos 20%. O tamanho do grão pode variar entre muito fino e grosseiro.

No contacto (ou próximo deste) entre aquelas duas unidades descritas ocorrem rochas básicas designadas de gabros com feldspatóides. Estas rochas aparecem sempre em relação espacial com formações brechóides.

O Maciço Alcalino de Monchique, assim como os metassedimentos paleozóicos da Zona Sul Portuguesa em que se encontra encaixado, estão cortados por inúmeros filões de rocha básica que variam quer na sua composição, quer na sua espessura.

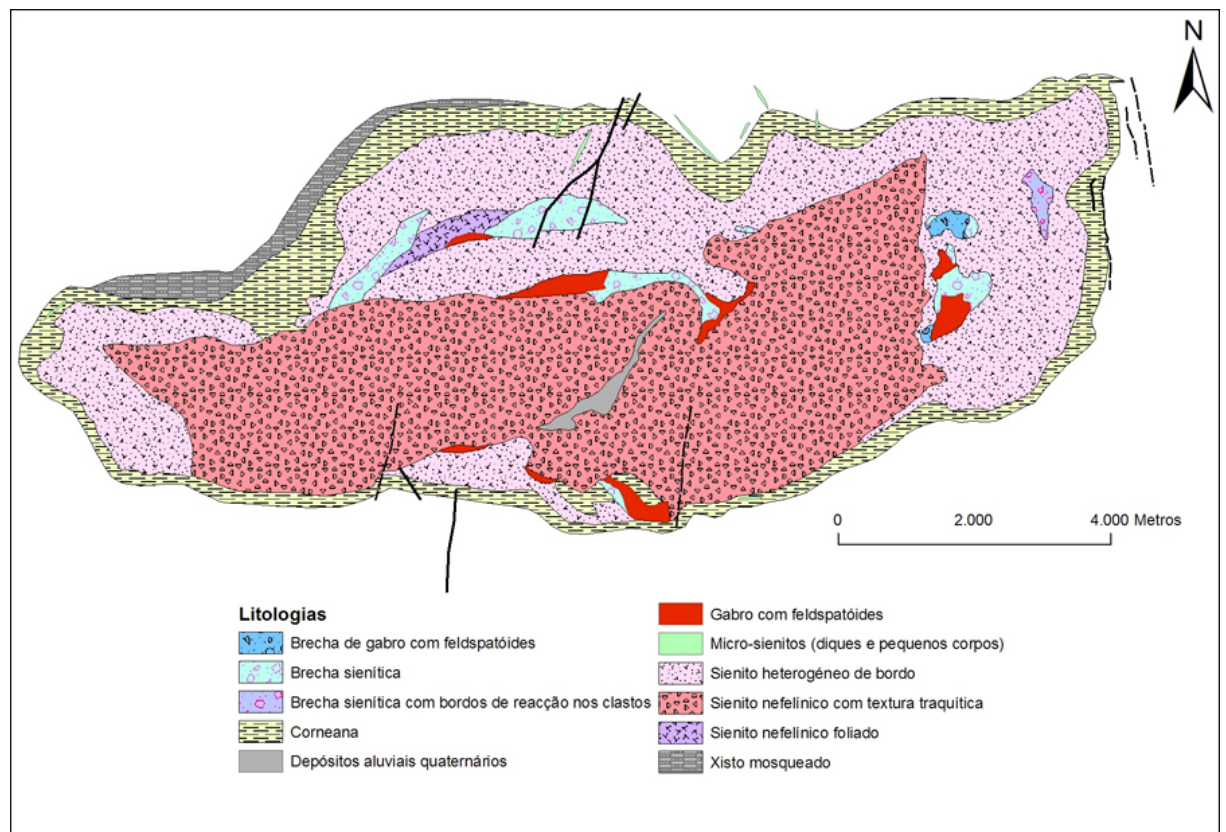


Figura 3 – Mapa geológico do maciço alcalino de Monchique mostrando uma estrutura zonada central (adaptado de Clavijo & Valadares, 2003).

2.2 Amostragem

Neste momento decorrem os trabalhos de identificação das diferentes unidades, recolha de amostras na superfície do maciço e cartografia geológica (**figuras 4 e 5**), tendo como base mapas geológicos disponíveis (1:100.000), mapas topográficos (1:25000), cartografia digital detalhada e o Modelo Digital do Terreno (MDT) da região.

Esta base cartográfica foi disponibilizada em plataforma SIG onde toda a informação é cruzada para construir mapas geológicos, mapas de distribuição de teores e sobre a qual serão introduzidos os dados provenientes da análise aos sedimentos das linhas de água e a informação resultante da prospecção geofísica.

Até ao momento foram recolhidas cerca de centena e meia de amostras, na superfície do maciço, devidamente georreferenciadas com auxílio de *software* SIG para dispositivos móveis.

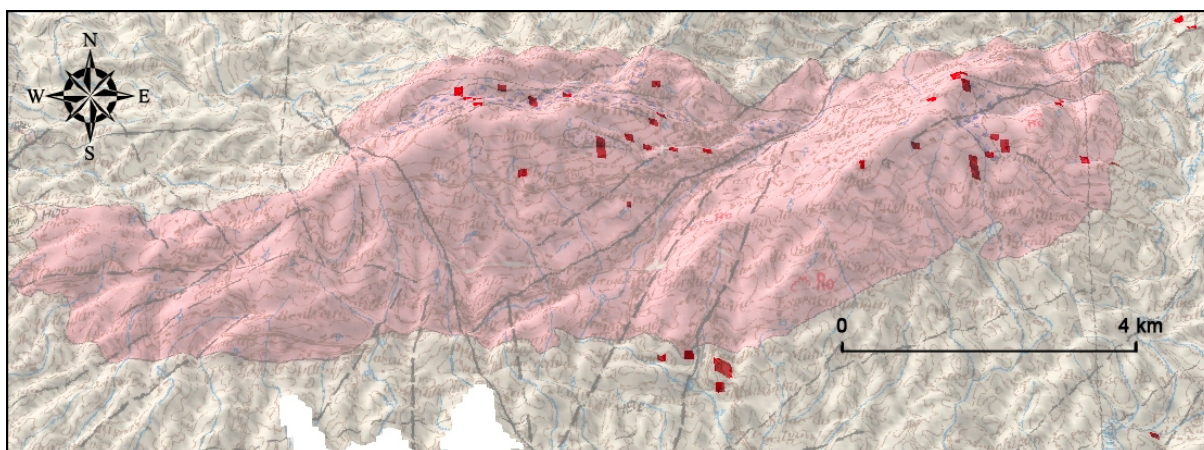


Figura 4 – Amostragem superficial no maciço alcalino de Monchique (em execução). Base cartográfica: Carta Geológica da Região do Algarve – 1:100.000, Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa, 1992.



Figura 5 – A: Rocha básica (sítio 41); B: Sienito heterogéneo de bordo com filão de rocha básica (sítio 54).

3. Ecologia

O objectivo do levantamento ecológico é cartografar a vegetação do sector SE do Concelho de Monchique e adicionar a informação à base de dados. Estes elementos serão cruzados com os dados geológicos e com a informação ambiental disponível de forma a contribuir para os produtos finais do projecto.

A área de estudo (**figura 6**) é abrangida por legislação específica de sítios Natura 2000 (Sítio Monchique, PTCON0037). Assim a categorização de vegetação adoptada na cartografia é baseado na lista de habitats de interesse comunitário (Anexo I da Directiva Europeia de Habitats 92/43/CEE). Estes incluem os habitats Charnecas secas europeias (código 4030), Matagais arborescentes de *Juniperus* spp (5210), Carvalhais ibéricos de *Quercus faginea* e *Quercus canariensis* (9240), Florestas-galerias com *Salix* e *Populus alba* (92A0), e Florestas de *Quercus suber* (9330).

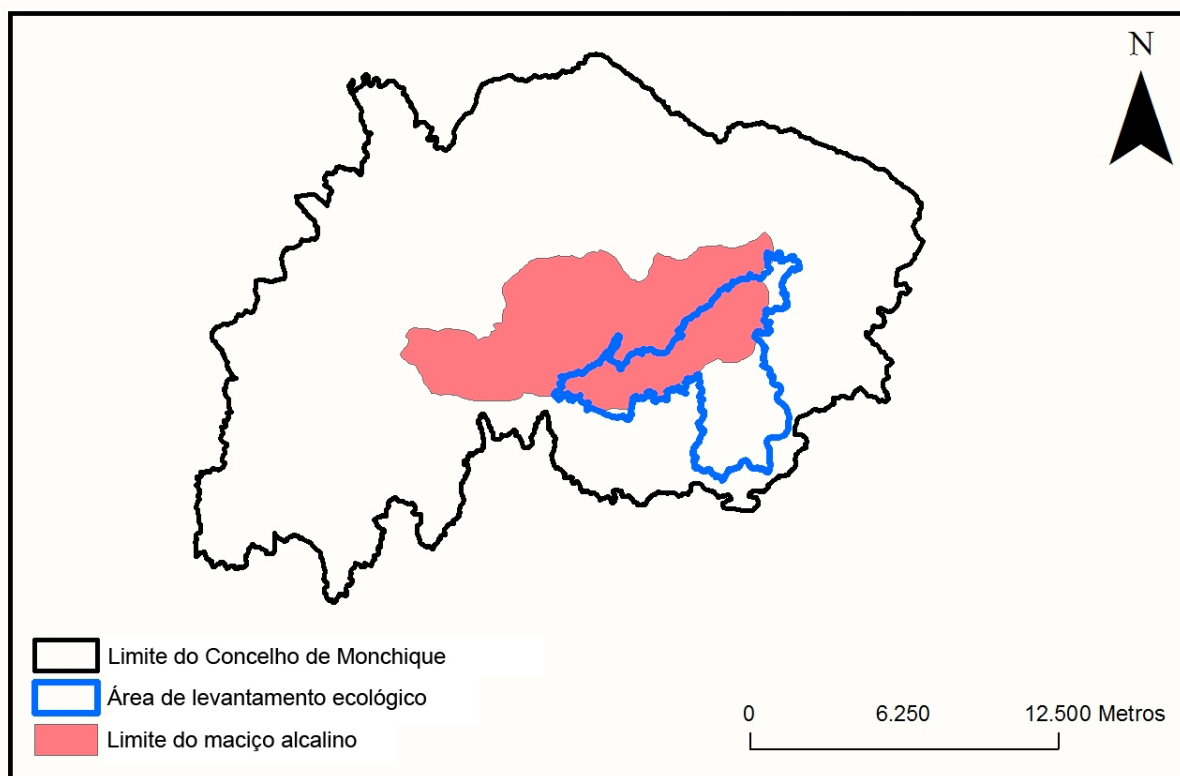


Figura 6 – Área de estudo para levantamento ecológico.

3.1 Amostragem

A cartografia está a ser executada a escala 1:10.000. Os limites das manchas dos habitats são cartografados através de análise da cartografia digital detalhada da região, associados com a verificação no terreno e com recurso ao Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Os ortofotomapas foram introduzidos no SIG para servir como mapa de base. Polígonos correspondentes a habitats visivelmente distintos (de aspecto uniforme, contrastante com áreas vizinhas) são delineados provisoriamente. Posteriormente são verificados e corrigidos através de visitas ao campo e editados no SIG. Através deste processo interactivo, para cada polígono estão a ser assinalados: tipo de vegetação; presença de habitat prioritário de conservação; se a área foi visitada ou a classificação de habitat é de extrapolação de outras áreas semelhantes; e outras notas, incluindo sinais de perturbação antropogénica, presença de espécies alóctones, e espécies notáveis.

4. Tratamento dos dados

4.1 MONSIG

O conjunto dos dados obtidos, em combinação com a informação base disponível (mapas geológicos, mapas de anomalias magnéticas regionais e cartografia digital detalhada) – **figura 7**, facilitará o desenvolvimento de uma ferramenta SIG em plataforma *ArcGIS* e *GeoMedia*, à qual serão associados: **a)** todos os dados analíticos georreferenciados para criar uma base de dados dinâmica, de fácil exploração, manipulação e análise, em que toda a informação será cruzada para construir imagens estruturais comparadas a modelos geológicos e geoquímicos e **b)** todos os dados de índole ecológica, topográfica, histórica, e outros que possam contribuir para o desenvolvimento de um produto de suporte ao ensino e ao turismo ecologicamente sustentável.

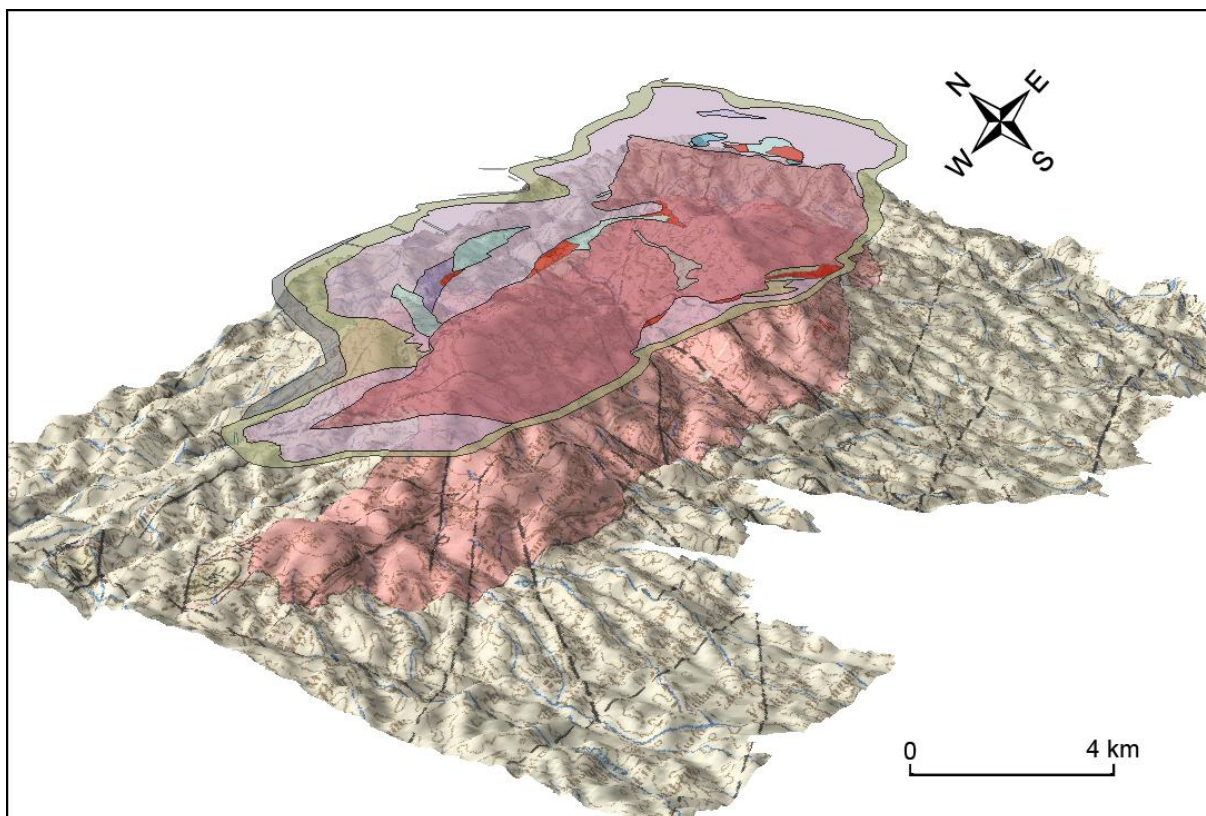


Figura 7 – Manipulação de dados geológicos do maciço alcalino de Monchique com recurso a uma plataforma SIG.

Estão, deste modo, definidas as condições para descrever e trabalhar com modelos mais específicos através da implementação de uma grande variedade de ambientes e variáveis.

4.2 MONDID

O SIG produzido é rentabilizado e adaptado a uma aplicação multimédia de carácter didáctico, o segundo produto final previsto no projecto, o MONDID.

Organizada em forma de guia multimédia para a educação ambiental, a aplicação didáctica MONDID foi construída de modo a permitir a livre navegação e exploração de conteúdos. A informação nela contida está agrupada em três conjuntos temáticos: Biologia, Geologia e Geografia (**figura 8**), incorporando dados e problemáticas abordados actualmente pelo projecto de investigação VALEMON, visíveis principalmente através da nova cartografia produzida nos domínios geológicos e ecológicos.

O maciço de Monchique converte-se assim, através da aplicação didáctica MONDID, numa ferramenta de educação ambiental e promoção do património

natural da Serra de Monchique, acolhendo informação sobre as potencialidades ambientais, turísticas e económicas numa base de dados de fácil actualização e ampliação.

Estabelece-se portanto uma transferência de informação do domínio da investigação científica para o domínio público, promovendo uma sociedade de informação cada vez mais esclarecida, atingindo primeiramente o ambiente de aprendizagem escolar, e numa perspectiva mais alargada, através da sua vertente de educação ambiental, o público em geral.



Figura 8 – Unidades temáticas presentes na aplicação MONDID.

5. Considerações finais

Os trabalhos até aqui efectuados terão continuidade no futuro com a aquisição de novos elementos.

A cartografia das unidades ambientais, histórico-culturais e patrimoniais vai estender-se pelos próximos meses e será introduzida na base de dados onde será assimilada nos dois produtos finais previstos no projecto.

Para a caracterização geoquímica e geofísica do maciço alcalino de Monchique, decorrem as primeiras análises químicas em rochas de superfície e, em breve, principia a fase de análise química à fracção pesada dos sedimentos das linhas de água, assim como a prospecção geofísica.

Referências bibliográficas

- Blum, R. (1861) – Foyait, ein neues Gestein aus sud-Portugal. *N. jb. Miner. Geol. Paleont.*, 426-433.
- Clavijo, E. J. & Valadares, V. (2003) – O maciço alcalino de Monchique (SW português): estrutura e modelo de instalação na crosta superior. *Comun. Inst. Geol. E Mineiro*, 2003, t 90, pp 43-64.
- Czygan, W. (1969) – Petrographie und Alkali-Verteilung im Foyait de Serra de Monchique, Sud-Portugal. *N. jb. Min. Abh.*, 111, 729-730.
- Daly, R. A. (1914) – Igneous rocks and their origin. *McGraw-Hill*.
- Rock, N. M. S. (1983) – Alguns aspectos geológicos, petrológicos e geoquímicos do complexo eruptivo de Monchique. *Comunic. Dos Serviços Geológicos de Portugal*, 69 (2). Lisboa, 325-372.
- Santos, A. R. (1973) – Estudo geológico e geoquímico do Maciço de Monchique. *Bol. Museu e Lab. Min. e Geol. Da Faculdade de Ciências*, 13 (2). Lisboa.
- Serviços Geológicos de Portugal (1992) – Carta Geológica da Região do Algarve, Escala 1:100.000. Lisboa.
- Sousa, F. P. (1926) – La Serra Monchique. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 80, 31-50.

Elaboración de un mapa de topónimos y su integración en un SIG para la valoración de la evolución del Paisaje

Betegón Baeza, Manuel; Fernández García, Luis Carlos

*Universidad de Valladolid (Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias).
Cartoteca Digital "La Yutera" – Despacho ES03. Avda. de Madrid Nº 57 CP – 34004.
Palencia. España*

ABSTRACT

Geographical Information Systems allow us to simulate the behaviour of a good number of variables, achieving that our computer transforms into a test laboratory where to sense what evolution stadium it would be overtaken if the conditions had been others. This ability is utilized in this studio, in which is sought to compare an Antropized Current Landscape, with the landscape that we had inherited if the conditions that have modelled it had been others. But while that current landscape is definable in any moment that we decide to observe it, it doesn't happen the same with the previous landscape already substituted. To interpret like it was, it is necessary to employ some indirect signs for accept or to discard any hypothesis.

We have hardly inherited some indicator of that landscape status, except for stands with relict vegetation, some orographic forms or several traditional land uses. Furthermore, these sites appear are in a sporadic form, not constituting a constant component throughout the territory. To find any regular information, we have used minor toponymy, which has result as a valuable information source.

The old maps of the Spanish Cadaster, called "Catastrones" too, conserves the names of sites and land parcels (toponyms) that help to identify the parcels in the literality of their description in the inventory. These cardboard maps are stored in the Historical Provincial Files. In this report, the work of digitize and edit the polygons that represent the sites in the analogical information, is showed. Cadastral images displayed through a WMS application, and the topographical maps (scale 1:10.000) have been used as digital reference to build the cartography. The topology of the product has been corrected, and two new fields have been assigned to the associate attribute table. First of fields contains the toponym that corresponds at site and the other one comprises its landscape classification, if it is consistent.

Some of the most evident acceptances have been verified, confronting them with the forms and current land uses, evidencing the evolution that has suffered the landscape in some zones of the analyzed territory.

The methodology used in the elaboration of toponymical cartography has resulted efficient, and the application of toponymy, with other parameters in the deduction of old landscapes arises as an useful tool in the examples that are shown.

RESUMEN

Los *Sistemas de Información Geográfica* nos permiten modelar el comportamiento de un buen número de fenómenos, logrando que nuestro ordenador se convierta en un laboratorio de ensayo donde intuir qué estadio de evolución se alcanzaría si los condicionantes hubieran sido otros. Esta facultad se aprovecha en este estudio, en el que se pretende comparar un Paisaje Actual Antropizado, con el paisaje que hubiéramos recibido si las condiciones que lo han modelado hubieran sido otras. Pero mientras que ese paisaje actual es definible en cualquier momento que decidamos observarlo, no ocurre lo mismo con el paisaje anterior ya sustituido. Para interpretar como era, se hace necesario acudir a algún índice externo con el que confirmar o desechar cualquier hipótesis.

Apenas si hemos heredado algún indicio de aquella situación, salvo espacios con vegetación relictas, alguna forma del terreno o algún antiguo uso del suelo. Además, estos enclaves se presentan de manera esporádica, no constituyendo un componente constante a lo largo del territorio. Para encontrar una información que sí lo sea, hemos acudido a la toponimia menor, que ha resultado ser una valiosa fuente de información.

Los antiguos planos del Catastro Español, es decir los viejos “Catastrones”, conservan el nombre de los pagos (topónimos) que ayudan a identificar las parcelas en la literalidad de su descripción en el inventario. Estos planos se custodian en los Archivos Históricos Provinciales. En esta ponencia se presenta el esfuerzo de digitalizar y editar los recintos que representan los pagos en la información analógica, tomando como referencia digital las imágenes catastrales visualizadas a través de una aplicación WMS, y los mapas topográficos a escala 1:10.000. Se ha corregido la topología del producto obtenido, y se ha asignando a la tabla asociada dos nuevos campos, uno de los cuales contiene el topónimo que le corresponde y el otro con la clasificación paisajística, en el caso de que esta sea coherente.

Se han verificado algunas de las acepciones más evidentes, confrontándolas con las formas y usos actuales del terreno, evidenciando la evolución que ha sufrido el paisaje en algunas zonas del territorio investigado.

La metodología empleada en la elaboración del mapa de topónimos ha resultado ser eficiente, y la intervención de la toponimia, junto a otros parámetros en la deducción de paisajes antiguos ha resultado ser fiable como en los ejemplos que se muestran.

Palabras clave: categorización del paisaje, paisaje histórico, toponimia, GIS, cartografía histórica, digitalización

1. INTRODUCCIÓN

1.1.JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO DEL ESTUDIO

Una referencia a tener en cuenta en el diseño de una Ordenación del Territorio es conocer cómo ha evolucionado el paisaje de la zona, lo que nos obliga a interpretar ese paisaje en una época anterior, y compararlo con el que se puede observar actualmente. De esa manera se puede dirigir nuestra intervención hacia el mejor acomodo ambiental del estado actual, o / y tender a recuperar el estado anterior. En el caso que nos ocupa, se trata de comparar el estado de un paisaje actual antropizado con una situación previa del mismo (anterior a la intensificación agrícola), a fin de evaluar su evolución.

Conocer el paisaje del pasado requiere analizar los índices que aún se conservan en el territorio, que cada vez son más escasos. Esta escasez nos ha obligado a investigar en otras fuentes, una de las cuales es la información que se puede deducir de la toponimia menor que aparece en la cartografía catastral, y que nos habla de propiedades del terreno o incluso directamente de atributos del paisaje.

Para poder manejar la toponimia junto con otra información geográfica, se hace necesario digitalizarla e incorporarla en nuestro entorno de trabajo, es decir en un Sistema de Información Geográfica. En esta ponencia se presenta cómo se han digitalizado los pagos (recintos con topónimo asociado) y los atributos que los corresponden desde los viejos mapas catastrales y cómo hemos obtenido nuestras primeras aplicaciones con dichos mapas toponímicos.

1.2.ZONA DE ESTUDIO: TIERRA DE CAMPOS PALENTINA

La Tierra de Campos palentina agrupa unos 90 municipios en un área de aproximadamente 3.044 km² ubicada en el sector central de la provincia de Palencia (Figura 1), perteneciente a su vez a la Comunidad Autónoma de Castilla y León (España). Su nombre, Tierra de Campos, evoca un territorio de aspecto homogéneo, de relieve uniforme y nivelado y de formas de vida y producción agrícolas ¹. Esta simplificación viene determinada por la existencia de algunos estudios específicos realizados en la zona que dan una idea preconcebida y negativa sobre la región, extendida en parte por la Generación Literaria del 98. Sin embargo, otros autores de esa misma generación, como Unamuno, dan a esta tierra un enfoque menos pesimista y contrario a la imagen de pobreza y fealdad ².

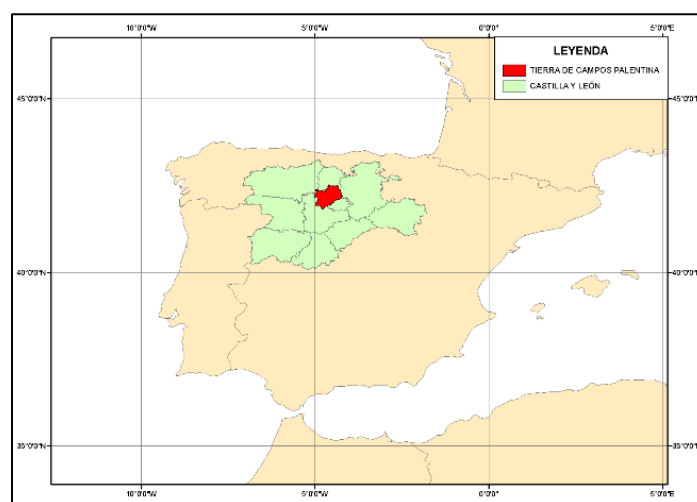


Fig. 1. Localización de la Tierra de Campos palentina.

Actualmente, el paisaje se caracteriza, para quien lo visita con una mirada cargada de prejuicios, por tener una gran profundidad y estar desprovisto de elementos que rompan su monotonía. Esta uniformidad del paisaje, fue acentuada por la intensificación agrícola y los procesos de Desamortización (Mendizábal 1836, Madoz 1855) y Concentración Parcelaria (aproximadamente a partir de 1950), que conllevaron:

- Roturaciones de terrenos forestales.
- Modificación / desaparición de arroyos y linderos que se adaptaban a las formas del terreno.
- Apertura de redes de caminos rectilíneos.
- Formación de tierras de labor de forma regular surcadas por caminos ³.
- Disminución de los espacios en los que aún se conserva la vegetación natural, por el empleo de maquinaria agrícola más potente y elementos químicos.

Así, su paisaje rural actual se caracteriza por la actividad agrícola predominante, ausencia de grandes asentamientos humanos e infraestructuras y por resultar heredado de actividades humanas realizadas en el pasado ⁴. Por otro lado, posee un gran dinamismo, de manera que los cultivos agrícolas, con las distintas imágenes que presentan a lo largo del año marcan el paso de las diferentes estaciones. En las figuras 2, 3, 4 y 5 se observa el ciclo vegetativo del cereal de secano, mostrando grandes diferencias cromáticas que transmiten los cambios y la fuerza de un territorio que está muy alejado de cualquier idea de vacío y de aspecto continuo a lo largo del año.



Fig. 2. Cereal nevado



Fig. 3. Cereal en primavera



Fig. 4. Cereal maduro

Fig. 5. Cereal cosechado

1.3.TOPONIMIA

Se entiende por toponimia el estudio lingüístico del origen y etimología de los nombres que tienen asignados los lugares en el sentido más amplio del término. Así, la toponimia menor permite conocer la historia y el uso del territorio, elementos éstos que intervienen en el paisaje.

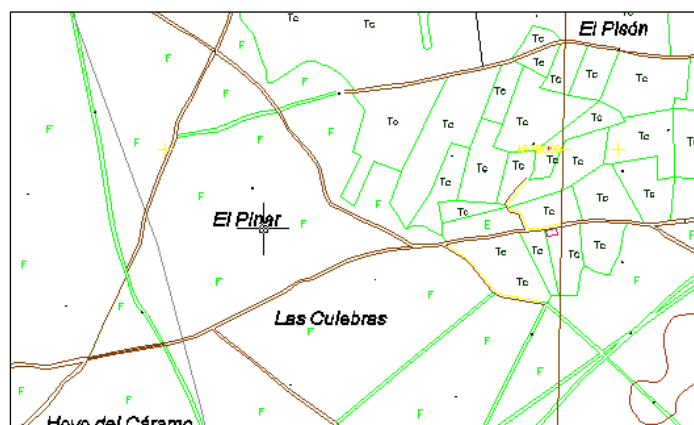


Fig. 6. Ejemplo de topónimos (Hoja 1 / 10000 del Mapa Topográfico Nacional).

Los topónimos se pueden definir etimológicamente como los “nombres de un lugar”; acuñados por los habitantes, y que describen las condiciones del terreno, acontecimientos históricos, usos del suelo o realidades físicas ⁵. No hay que olvidar que sufren desfiguraciones populares debidas a la transmisión oral, la falta de consolidación y los cambios del lenguaje, y que quedan reflejadas en la cartografía ⁶. Además, no tiene porqué existir siempre una relación directa entre el

topónimo y la ubicación del pago asociado, dado que en ocasiones hace referencia a la totalidad del recinto, a veces sólo a una parte del mismo e incluso en algunas ocasiones, a un pago próximo.

El análisis de los topónimos puede emplearse para estudiar el medio natural, por ejemplo los usos del suelo forestal ⁷, la vegetación de toda una provincia ⁸ o incluso, en la investigación de la desaparición de una especie vegetal concreta ⁹. En este caso se emplearán para deducir cómo era el paisaje y los usos del suelo en su época de acuñación.

2. METODOLOGÍA

2.1.ÁREA DE ESTUDIO

Dada la gran extensión de la Tierra de Campos palentina, es necesario investigar distintos transectos que recojan la variabilidad de su paisaje. En este caso, como transecto para la recogida de información se escoge el tramo del Camino de Santiago comprendido entre las localidades de Frómista y Villalcázar de Sirga. Se eligen ambos como puntos de salida y destino respectivamente, ya que son lugares esenciales de paso para los peregrinos del Camino de Santiago a lo largo de la Historia.

Es importante determinar en primer lugar el trayecto del Camino Francés. Dado que las fuentes bibliográficas determinan diferentes recorridos del Camino de Santiago entre Villalcázar de Sirga y Frómista, se digitalizan finalmente tres trazados principales en el SIG utilizando como apoyo la cartografía digital actual (mapas topográficos, servidores WMS del Catastro y del SIGPAC).

Con el fin de recopilar un número de topónimos suficiente para llegar a unas conclusiones válidas, pero sin llegar a hacer inabarcable el estudio, se ha

establecido un área de trabajo de un kilómetro a cada lado de los trazados descritos anteriormente. Esta operación consiste en la creación de un pasillo (*Buffer*) de un kilómetro y después unir (*Union, Dissolve*) las superficies, resultando el área de trabajo de 16.824 ha que se observa en la figura 7.

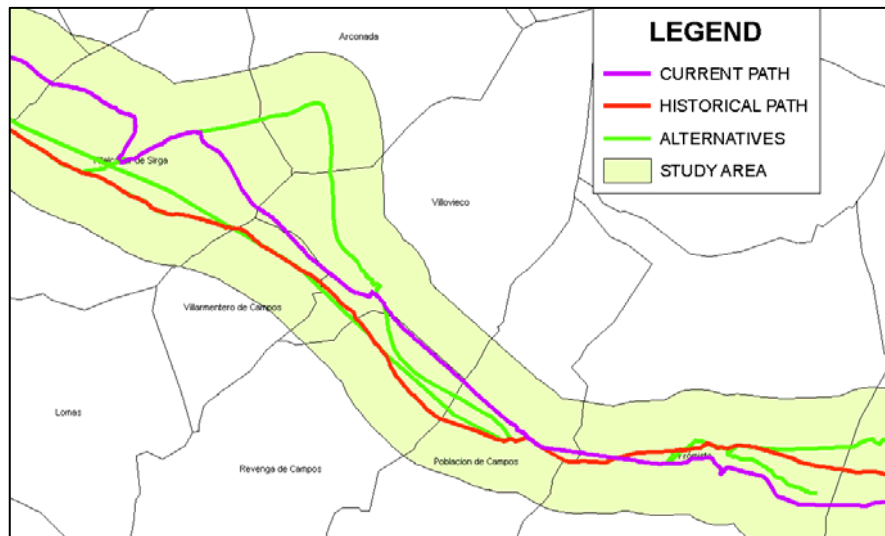


Fig. 7. Trazados del Camino de Santiago y área de estudio.

De esta forma, se presume que la variabilidad de los usos de suelo y de las actividades humanas, la incidencia religiosa, así como la presencia de cursos de agua y lagunas y de la variación orográfica, tendrán su reflejo en los topónimos de este tramo.

2.2.CARTOGRAFÍA HISTÓRICA: CATASTRONES

Con el fin de intentar averiguar los paisajes existentes en una zona en el pasado, acudimos a la documentación histórica existente ⁴. Dentro de esta documentación destacan el Catastro de la Ensenada, de aplicación en estudios sobre el medio natural ¹⁰ y los sucesivos documentos catastrales. Estos documentos han sido utilizados por ejemplo en la elaboración de estudios sobre la evolución de la agricultura en determinadas comarcas, o sobre la vegetación.

Otra de las fuentes catastrales históricas lo constituyen las Hojas del Mapa Nacional Topográfico Parcelario (Catastrones), recogidos en los diferentes

Archivos Históricos Provinciales y elaborados en los años 1925 – 1950 por el antiguo Instituto Geográfico y Catastral. Fueron realizados generalmente a escala 1 / 2.000 antes de las tareas de Concentración Parcelaria, que supuso la modificación de muchos de los caminos, arroyos, pagos y linderos, tal y como se deduce de la comparación entre esta cartografía y los mapas topográficos actuales.

Los Catastrones recogen los nombres de los pagos, arroyos, caminos y montes (toponimia menor) del territorio de forma más pormenorizada que en la posterior cartografía realizada, en la que se aprecia una progresiva pérdida de la información toponímica. De la misma forma, en estos antiguos planos aparece la ubicación de construcciones, pozos, molinos y otros elementos singulares, incluyendo en muchos de ellos el tipo de cultivo de cada parcela.

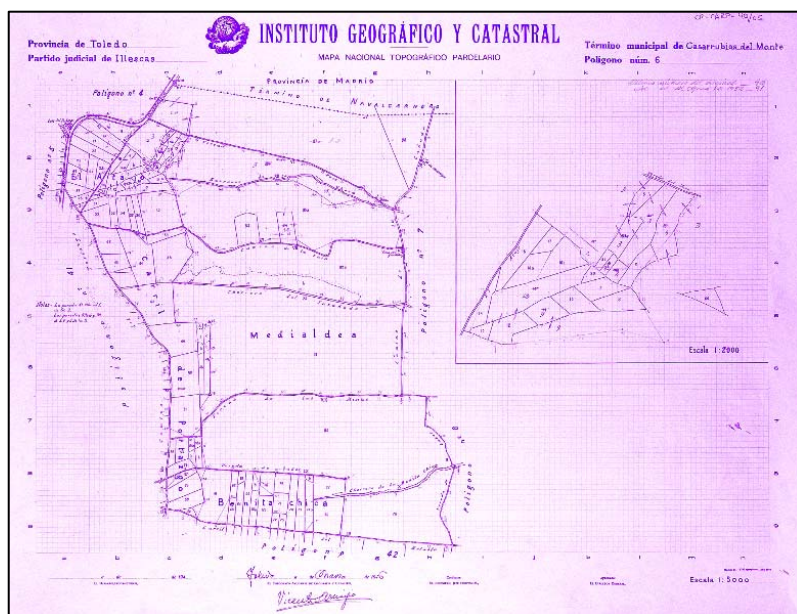


Fig. 8. Catastrón.

2.3. ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA TOPONÍMICA

2.3.1. RECOPIACIÓN DE GEOMETRÍA Y ATRIBUTOS

Ya que se trata de información en soporte analógico (planos de cartón), es preciso digitalizar los diferentes recintos, asignar su topología e integrarlos en el

SIG. Así, el objetivo es crear una superficie continua formada por polígonos con una base de datos asociada en la que se recogen, además del topónimo correspondiente, una serie de características (cultivos, arroyos, elementos singulares...) que aparecen en los Catastrones.

La Dirección General del Catastro (Ministerio de Fomento) no ha abordado el proceso de digitalización de esta cartografía histórica. Ante la dificultad administrativa de solicitar la cesión de los planos para su digitalización por escaneado y dado que en muchas ocasiones sólo es necesario procesar una parte de cada uno de los planos, se ha optado por el procedimiento manual que se describe a continuación:

- 1º. Obtener en formato papel (A3) una copia de los planos topográficos actuales (escala 1 / 10.000) que representan la situación de cada término municipal.
- 2º. Identificar y solicitar en el Archivo Histórico Provincial de Palencia la colección de hojas de los Planos del antiguo Catastro (Catastrones) de cada municipio.
- 3º. Transferir a las copias analógicas de los mapas topográficos referidos en el punto 1º, los límites o linderos de los pagos leídos en los Catastrones. Se asigna a cada recinto (pago) un código identificador exclusivo para cada término municipal (ver Figura 9).
- 4º. En documentación complementaria se anotan los siguientes atributos de cada pago, que posteriormente se integrarán en la Base de Datos del SIG:
 - Código.
 - Nombre del pago (topónimo).
 - Número del polígono correspondiente a la época en que se elaboraron los Catastrones (anterior a la Concentración parcelaria).
 - Linderos o límites de pago adyacentes en las ocho direcciones de la rosa de los vientos (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO).

- Elementos lineales que atraviesan al pago correspondiente (camino, arroyo...).
- Elementos singulares que contiene.
- Cultivo según los datos de los Catastrones. Esta es una información que se presenta de manera dispar a lo largo de los Catastrones manejados.
-

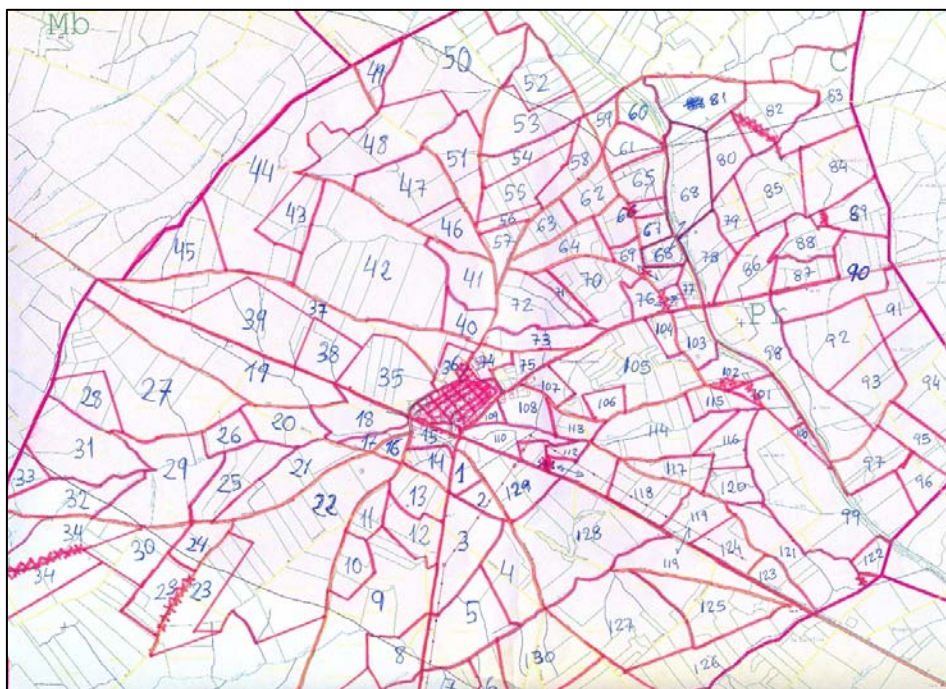


Fig. 9. Pagos del término municipal de Frómista (formato analógico).

2.3.2. DIGITALIZACIÓN EN GABINETE. EDICIÓN, TOPOLOGÍA Y FORMACIÓN DE BASES DE DATOS (BB.DD.)

Una vez tomados los datos geométricos y los atributos de cada pago en el Archivo Histórico, el procedimiento continúa en su fase de gabinete, que consiste en:

- 5°. Transferir a formato digital mediante las herramientas de Edición del SIG los límites de los pagos de cada municipio anotados en papel en el Archivo Histórico Provincial. Se ha utilizado siempre que se ha podido

como referencia la planimetría presente (límites existentes) en los actuales mapas digitales vectoriales (mapas catastrales y topográficos) y servicios WMS, interpretando el resto de linderos. El sistema de proyección empleado es el ETRS89 – UTM 30 N.

6°. Unir los diferentes términos municipales mediante la herramienta *Merge*.

7°. Asignar topología a los recintos vectoriales (pagos) de cada municipio recién obtenido, y al conjunto del área de estudio. Mediante las herramientas correspondientes del SIG, se ha validado el cumplimiento de las siguientes reglas topológicas:

a. *Boundary must be covered by.*

b. *Must not have gaps.*

c. *Must not overlap.*

En los casos de incumplimiento, se editan las entidades, corrigiendo la geometría hasta lograr la ausencia de errores topológicos.

8°. Construcción de las BB.DD. asociadas que contienen los atributos recogidos según el punto 4°.

Mediante este método, que posibilita reflejar la distribución de los topónimos sobre el territorio a unos costes económicos y en tiempo asumibles, todos los topónimos del área de estudio quedan cartografiados y referidos aproximadamente al mismo ámbito territorial que en los Catastrones de partida (Ejemplo: Figura 10). El procedimiento descrito no genera una cartografía precisa en la definición de los límites de los pagos, obteniendo un resultado acorde con la posible falta de concordancia entre el topónimo y el territorio al que está vinculado, mencionada en el apartado 1.3. El conjunto de inexactitudes deberán ser tenidas en cuenta en las conclusiones que se puedan obtener del manejo de esta cartografía.

- EDAFÓNIMOS: topónimos que hacen referencia al tipo de suelo, sus propiedades o sus características edafológicas.
- FITÓNIMOS: topónimos relacionados con la vegetación tanto cultivada como espontánea.
- GEOMETRÍA DE LA PARCELA: topónimos que hacen referencia a la forma geométrica del polígono que forma el pago.
- HAGIÓNIMOS: topónimos relacionados con la religión, nombres de santos o usos religiosos.
- HIDRÓNIMOS: topónimos que indican la presencia de agua ya sea en forma corriente (arroyo, río, red de drenaje) o en forma de charca o laguna.
- ORÓNIMOS: topónimos que hacen referencia a las formas del terreno y del relieve.
- VÍAS DE COMUNICACIÓN: topónimos relacionados con los nombres que se asignan a caminos, carreteras, etc...
- ZOÓNIMOS: topónimos relacionados con la fauna.
- OTROS: topónimos de significado determinado pero no asimilable al resto de categorías.
- SIN CLASIFICAR: aquellos cuyo significado ha sido imposible determinar.

De esta clasificación, resultan los siguientes porcentajes (Tabla 1):

CLASIFICACIÓN	%	CLASIFICACIÓN	%
AGRÓNIMOS	9,37	HAGIÓNIMOS	6,52
ANTROPÓNIMOS	2,85	HIDRÓNIMOS	16,09
CONSTRUCCIONES	5,70	ORÓNIMOS	15,27
CROMOTÓPONIMOS	0,61	OTROS	4,68
EDAFÓNIMOS	4,68	VÍAS DE COMUNICACIÓN	8,15
FITÓNIMOS	8,76	ZOÓNIMOS	7,13
GEOMETRÍA DE LA PARCELA	3,26	SIN CLASIFICAR	6,92

Tabla 1: porcentaje de topónimos en cada clasificación.

En la tabla anterior se muestran las proporciones en que aparecen las diferentes categorías toponímicas que se han encontrado en la zona de estudio, y se observa que los topónimos que nos interesan son aquellos que alcanzan una mayor representación. Los agrónimos y fitónimos, que son los más relacionados con la vegetación, alcanzan un alto porcentaje, mientras que aquellos que complementan la definición del paisaje (hidrónimos, orónimos y zoónimos) tienen incluso mayores valores relativos.

2.5.CATEGORIZACIÓN EN UNIDADES PAISAJÍSTICAS

Una vez que los topónimos fueron clasificados, se los categorizó (mediante reclasificación), en función de la interpretación de su significado, en unidades paisajísticas basadas en la vegetación y el uso de suelo predominante en la época de acuñación popular del topónimo.

Debido al tipo de definición de la unidad paisajística empleado, únicamente serán útiles los topónimos clasificados en el apartado anterior como AGRÓNIMOS, EDAFÓNIMOS, FITÓNIMOS, HIDRÓNIMOS, ORÓNIMOS y ZOÓNIMOS, excluyendo aquellos cuyo significado se desconoce y todos aquellos que no tienen relación con el medio natural. De esta manera, se asignaron los topónimos recogidos a las siguientes unidades del paisaje:

- A1: uso agrícola de secano.
- A2: uso agrícola de regadío.
- A3: uso pasto de diente / agrícola de barbecho.

- F1: uso forestal de monte / vegetación forestal arbolada; formación vegetal boscosa.
- F2: uso forestal de ribera / vegetación de ribera; influencia de los cursos de agua.
- F3: uso de pastoreo ocasional / vegetación matorral y herbácea; cuevas y áreas no cultivadas.
- N: navas, áreas inundables, charcas y su vegetación hidrófila asociada.

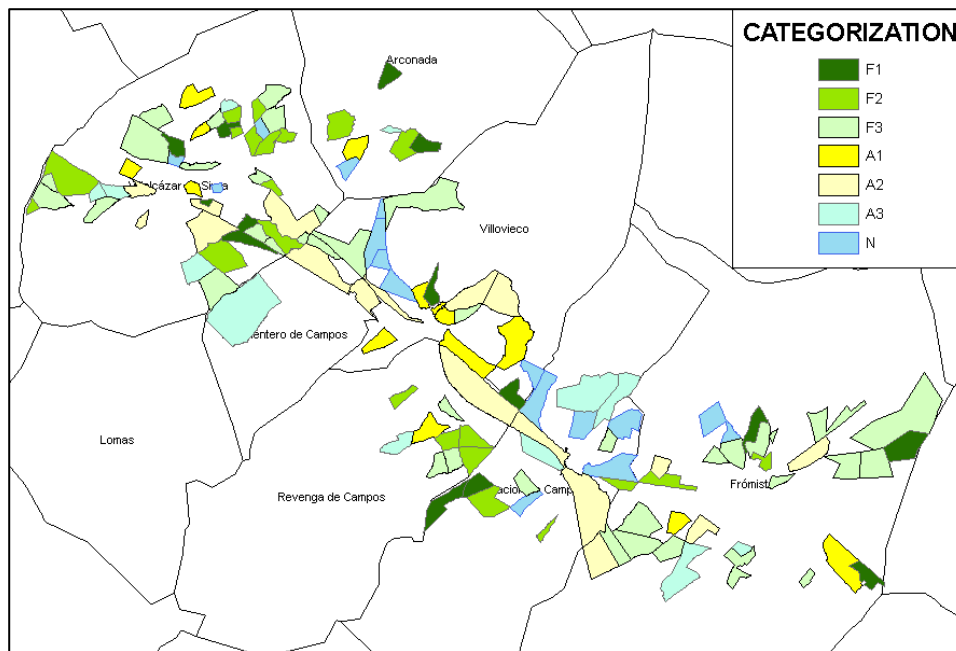


Fig. 11. Distribución de las unidades paisajísticas.

2.6. ENSAYO DE VALIDACIÓN DE LA TOPONIMIA

Una de las formas de validar el empleo de la toponimia para nuestro fin, ha consistido en observar la relación que existe entre los topónimos ya categorizados en unidades del paisaje y los valores de la orografía de la zona. Para ello se ha

utilizado un Modelo Digital de Elevaciones en formato ráster con una resolución espacial de 5 metros y un error medio cuadrático en la precisión del valor Z, de 0.75 m. Utilizando las herramientas propias del SIG, se han generado a partir del MDE los modelos digitales derivados de Pendientes (*Slope*) y de Orientaciones (*Aspect*), que junto al MDE se cruzaron con los polígonos asociados a los topónimos ya categorizados, como se muestra en las siguientes figuras.

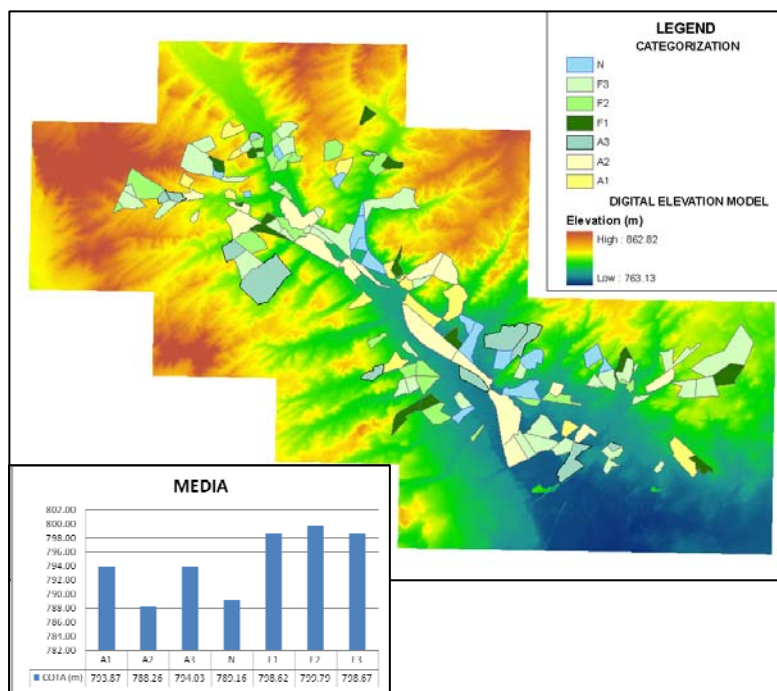


Fig. 12. Cruce de las unidades paisajísticas con el MDE.

Del análisis de los valores se desprende que las categorías agrícolas (A1, A2 y A3) se corresponden con valores de altitud inferiores a los de las tres categorías forestales F1, F2 y F3. Además la categoría N, de zonas inundables, se corresponde casi con los pagos que tienen la menor altitud media, es decir, donde se acumula el agua y da lugar a las charcas, navas o lavajos. La menor altitud corresponde a la categoría A2 (terrenos agrícolas de regadío), normalmente asociados a vegas de ríos y arroyos.

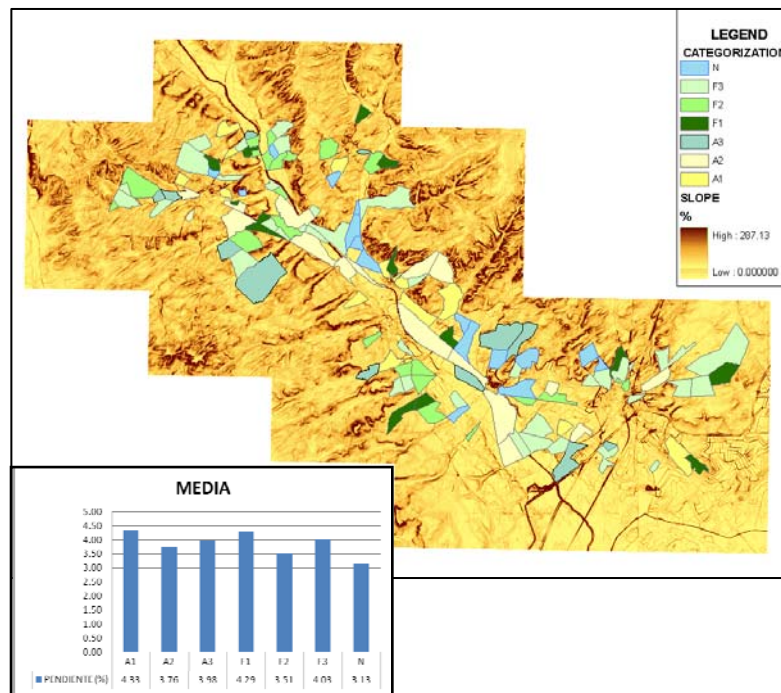
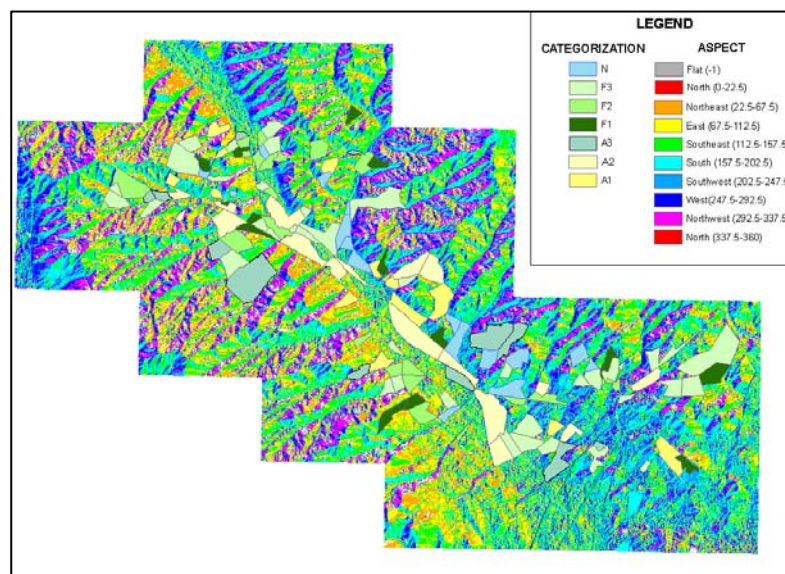


Fig. 13. Cruce de las unidades paisajísticas con el M.D.de Pendientes.

De análisis de esta tabla se observa que las zonas inundables (N), y las áreas de arbolado de ribera (F2) son las que tienen menor pendiente. Podemos deducir que las zonas que recogen el agua (red de drenaje), y las encharcadizas (navas y lavajos) son las que evacuan lentamente o no evacuan la escorrentía debido a la ausencia de pendientes significativas.



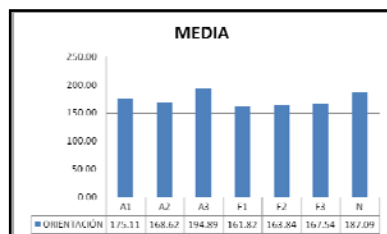


Fig. 14. Cruce de los pagos de las unidades paisajísticas con el M.D.de Orientaciones.

En este caso, el análisis de la tabla proporciona un resultado no lógico, ya que todas las categorías tienen aproximadamente la misma orientación media. Debería ocurrir que al menos a la categoría N (navas o lavajos) le correspondiera un valor de orientación próximo o igual a -1 , indicando así las zonas planas, es decir, las que no tienen ninguna orientación.

Por lo que resulta al comparar los topónimos con la orografía vemos que se produce una notable coincidencia con la Elevación y la Pendiente, mientras que existen divergencias en el caso de la Orientación. Esta última contradicción puede ser debido a dos razones; la primera es la falta de más datos, que hace necesario emplear nuevas variables del territorio que maten y definan mejor los resultados. En segundo lugar, que los topónimos no definan necesariamente el lugar donde ocurre un determinado fenómeno, en este caso la existencia de una charca, o que incluso no se puede asegurar que el espacio que tiene asignado el topónimo corresponda exactamente con el que lo originó.

3. ENSAYO EN CAMPO: CONFIRMACIÓN DE LA ROTURACIÓN DE UN MONTE MEDITERRÁNEO

Para comprobar hasta que punto la interpretación paisajística de la toponimia menor permite descubrir qué paisaje le corresponde a un pago, se seleccionan los topónimos que sugieren información paisajística y se trata de

localizarlos en campo. De esta forma se emplean los topónimos en el descubrimiento del estado del paisaje en una época anterior a la Concentración Parcelaria y a la intensificación de la agricultura.

A modo de ejemplo, en el caso de Población de Campos se produce una agrupación de topónimos que en principio no se corresponden con lo que a primera vista puede ser observado sobre el terreno. Así, al suroeste del casco urbano existe una amplia franja de terreno que se cultiva en regadío; a continuación, aparece y se mantiene el secano hasta casi el límite del término municipal, sin observarse ninguna agrupación forestal suficientemente representativa en esta zona.

Al analizar las posibles acepciones de los topónimos, cerca del municipio se encuentran los siguientes topónimos: “La Vega de Abajo”, “La Vega de Arriba”, “El Prado” y “El Molino”, que se sitúan a lo largo del trazado del río Ucieza. Con el alejamiento respecto al casco urbano aparecen nombres de pagos (Figura 14) que hacen alusión a terreno elevado (“El Cotanillo”), con arbolado (“El Monte”) y vegetación arbustiva (“Los Zarzones”), o incluso a la fauna forestal (“El puerco”).

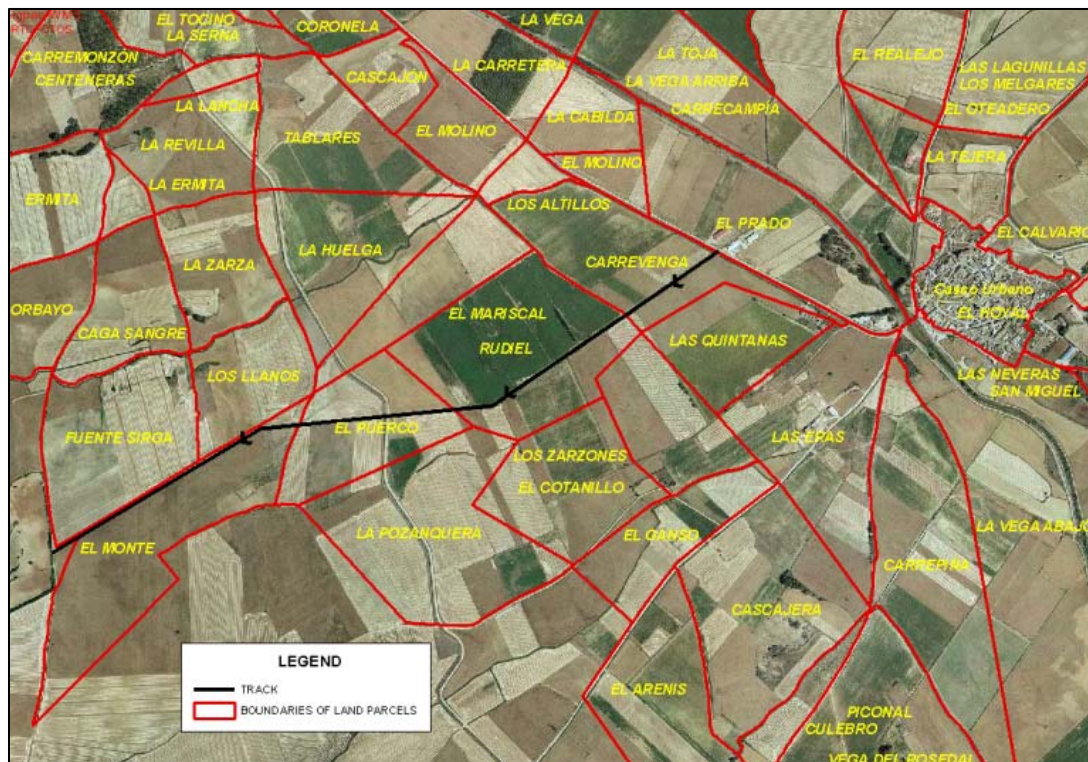


Fig. 15. Topónimos al Sur del municipio de Población de Campos.

Circulando por un camino agrícola desde Población de Campos hacia el pago “El Monte”, al principio se atraviesa el área dedicada al regadío, y a continuación se entra en el terreno dedicado al secano, en dirección Suroeste, al mismo tiempo que se inicia una suave ascensión. El terreno deja de ser fundamentalmente arcilloso, y comienza a ser sustituido por un terreno pedregoso, más problemático para el cultivo.



Fig. 16. Subida al pago “El Monte”



Fig. 17. Bajada del pago “El Monte”

A medio camino y según se asciende, se observa una zona arbolada a cierta distancia (Figura 16) que permite deducir que es ahí donde se localiza el

pago “El Monte”. Según el observador se aproxima a la zona arbolada, se aprecian a derecha e izquierda, y relativamente alejadas, dos formaciones arbóreas o arbustivas. Si se mira hacia atrás (Figura 17), se observa el regadío y el casco urbano que se ha ido dejando abajo. El camino conduce finalmente hasta lo que ahora ya se identifica que son unos arbustos espinosos (*Rosa sp.*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*...), que hacen las funciones de lindero de un espacio que pudo estar cercado ya que aún se conservan algunas edificaciones. Puede deducirse que allí debió existir un monte, ahora ya roturado y reducido a este tramo de lindero.

Cuando se trata de localizar la superficie que debió ocupar esta hipotética masa forestal, es de gran ayuda contar con aquellos pagos cuyo significado excluye el que sean considerados como monte. Así aparecen en las zonas adyacentes y rodeando al pago “El Monte”, pagos con los topónimos “Los Llanos”, o “La Pozanquera”, de significado contrario al que hemos asignado a “El monte”.

4. CONCLUSIONES

- El proceso de recogida de información y posterior digitalización de la cartografía toponímica mostrado es arduo pero eficiente.
- Los topónimos menores constituyen una fuente de información que se está perdiendo y que puede ser útil para estudios en diversos campos (paisaje, historia, evolución de los usos del suelo, etnografía...). Por ello la digitalización de cartografía toponímica a gran escala queda suficientemente justificada.
- A la hora de analizar la toponimia de una zona, hay que ser consciente de que los topónimos tienen su propia evolución semántica y su ubicación a veces aproximada, haciendo difícil su interpretación, ya que ésta se ha distanciado de

- La toponimia permite intuir el estado del paisaje de un lugar en una situación anterior a la actual, el cual en algunos casos es diferente (no necesariamente mejor o peor) al que hemos heredado, como se verifica en el caso del ejemplo mostrado en Población de Campos.
- A la hora de realizar tareas de Ordenación Territorial, es bueno conocer como era el paisaje antes de la antropización, a fin de evitar la progresiva degradación del mismo y haciendo que sea compatible la necesaria labor agrícola con otras actividades de ocio como la caza o la observación de la naturaleza.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. J. González Garrido, *La Tierra de Campos: Región natural*, Valladolid, 1993.
2. E. García Zarza, Paisajes y pueblos del Camino de Santiago palentino: interés paisajístico, histórico y turístico. Revisión de una imagen paisajística errónea, *Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses* 71 (2000) 316-369.
3. Mata Olmo, R., Los paisajes rurales españoles: diversidad, valores y protección, en *La conservación del paisaje*, Martínez de Pisón, E. et al. (2004), Fundación Biodiversidad. Sevilla.
4. M.d. Bolós, *Manual de ciencia del paisaje: teoría, métodos y aplicaciones*, Barcelona, 1992.
5. P. Celdrán, *Diccionario de topónimos españoles y sus gentilicios*, Madrid, 2002.
6. G. Ortega Aragón, *Sociedad y transmisión oral en la toponimia menor palentina*, *Apertura del Curso Académico 2006-2007*, Palencia, 2006.

7. F. Pardo, L. Gil, The impact of traditional land use on woodlands: a case study in the Spanish Central System, *Journal of Historical Geography* 31 (2005) 390-408.
8. M. Sanz Elorza, F. González Bernardo, Toponimia de origen vegetal en la provincia de Segovia y su sentido ecológico y etnobotánico, *Lazaroa* 27 (2006) 103-125.
9. E. Van Den Berg, Botánica y toponimia, *National Geographic España* 19 (2006) 25.
10. J. Álvarez Martínez, J. Mongil Manso, El Catastro de la Ensenada y sus aplicaciones en trabajos sobre el medio natural, *Medio Ambiente en Castilla y León* Primer semestre 2002 (2002) 43-48.

Parte II

Os Sistemas de Informação Geográfica na Saúde

Os SIG e a probabilidade da Influenza Aviária chegar a Portugal através de patos selvagens

GASPAR, José (1); RODRIGUES, David (1)

(1) Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, 3040-316, COIMBRA.

E-mail: jgaspar@mail.esac.pt; drodrigues@esac.pt

RESUMO

A marcação de patos selvagens migradores com anilhas metálicas e marcadores nasais, e a posterior observação, recaptura e/ou recuperação destas aves, permite estabelecer com aceitável grau de precisão as rotas migratórias, a velocidade de migração e o tempo que demoram nos vários pontos de paragem para “reabastecimento”, assim como o período do ano em que ocorre a migração.

Por outro lado, actualmente existe informação georreferenciada sobre a ocorrência na Europa dos vários focos de Influenza Aviária, tanto em aves selvagens como em aves de pecuária, assim como o período do ano e a duração dos mesmos.

A modelação espacial das probabilidades dos trajectos permitem estabelecer com um grau aceitável de probabilidade os locais mais propícios para a passagem das aves quando efectuam as suas migrações, de forma a estabelecer relações de proximidade com os focos de Influenza Aviária potencialmente activos e assim concluir sobre a probabilidade dessa doença chegar a Portugal por esta via.

AGRADECIMENTOS: o presente trabalho foi realizado no âmbito dos projectos POCTI/AGG/49475/2002 (FCT/FEDER) e IFADAP.2006.09.001199.7 (Fundo Florestal Permanente)

PALAVRAS CHAVE: Influenza Aviária, SIG, Patos Selvagens, modelação espacial

Introdução

Com o aparecimento da Influenza Aviária, causada pelo H5N1 altamente patogénico, em aves selvagens na Europa (OIE, 2008), passou a existir o receio que os patos selvagens pudessem transportar a doença para Portugal, uma vez que estas espécies são os hospedeiros naturais destas viroses, nas formas de baixa patogenicidade (Olsen *et al.* 2006).

A marcação de patos selvagens migradores tem permitido reconstituir com precisão as suas rotas migratórias, através colaboração de caçadores e observadores de aves, bem como a identificação de locais de repouso e nidificação (Rodrigues *et al.* 2006). Para além deste aspecto, a determinação de intervalos de tempo entre observações/marcação e captura/recaptação/recuperação ou nova observação, tem permitido aferir indicadores de distância percorrida por dia bem como determinar as zonas preferidas para efectuar os movimentos migratórios.

Neste trabalho utilizaram-se os dados de patos marcados em Portugal e que foram caçados, recapturados ou observados no estrangeiro, assim como os dados de aves marcadas no estrangeiro e caçadas, recapturadas ou observadas em Portugal.

Utilizaram-se ainda os dados dos focos de Influenza Aviária na Europa, em aves selvagens, identificados na época 2007/2008 (OIE, 2008).

Concebeu-se uma metodologia para determinar os percursos migratórios mais prováveis entre dois locais em que a doença foi identificada e, a Reserva Natural das Dunas de São Jacinto (onde foram marcados a maioria dos patos). Posteriormente aferiram-se os resultados em função dos dados anteriormente referidos tendo em vista a optimização dos resultados obtidos.

Metodologia

Utilizaram-se as coberturas disponíveis da rede hidrográfica europeia bem como os limites administrativos dos países que constituem este continente (ESRI, 2005). Compilaram-se os dados relativos aos patos marcados/recapturados/observados em Portugal e os dados relativos aos locais de observação/captura/recaptação/recuperação dessas mesmas aves nos diversos locais da Europa (Rodrigues *et al.* 2006).

Recolheu-se a informação sobre os locais onde recentemente foram identificados focos de Influenza Aviária em aves selvagens durante 2007/08 (OIE, 2008) e

produziram-se os primeiros mapas para duma forma exploratória avaliar a viabilidade da execução da metodologia a desenvolver (Figura 1).

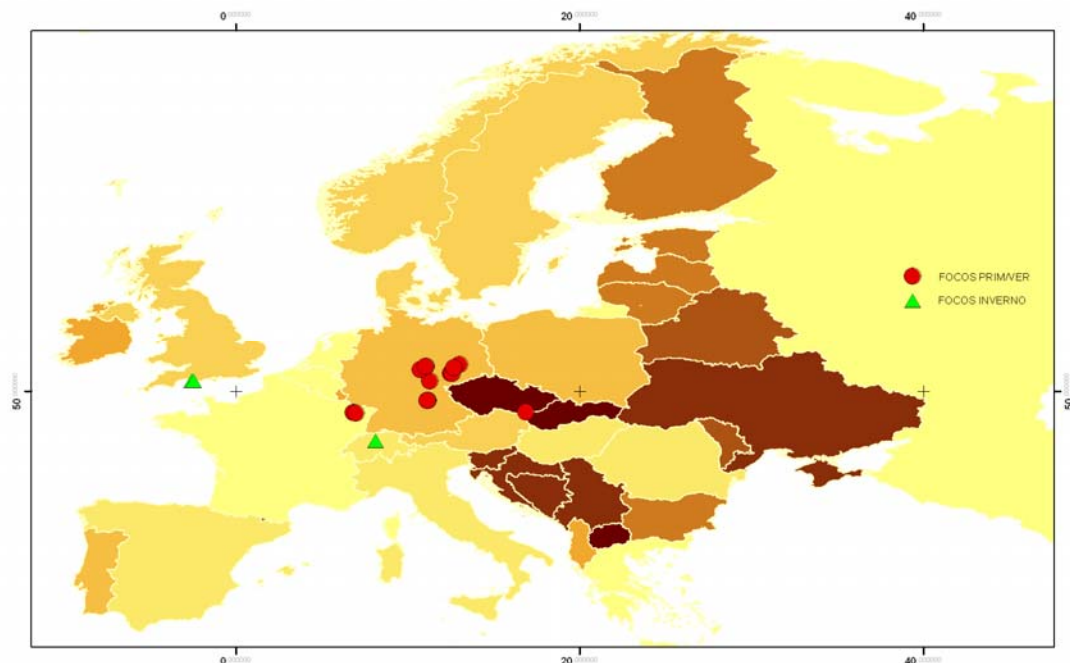


Figura 1 – Localização dos focos de Influenza Aviária identificados na Primavera/Verão de 2007/08 (aves selvagens).

Constatou-se que os focos identificados em aves selvagens se localizavam na sua maior parte na zona central da Europa, região onde existem bastantes lagos e onde a rede hidrográfica é das mais densas de toda a Europa (Figura 2).

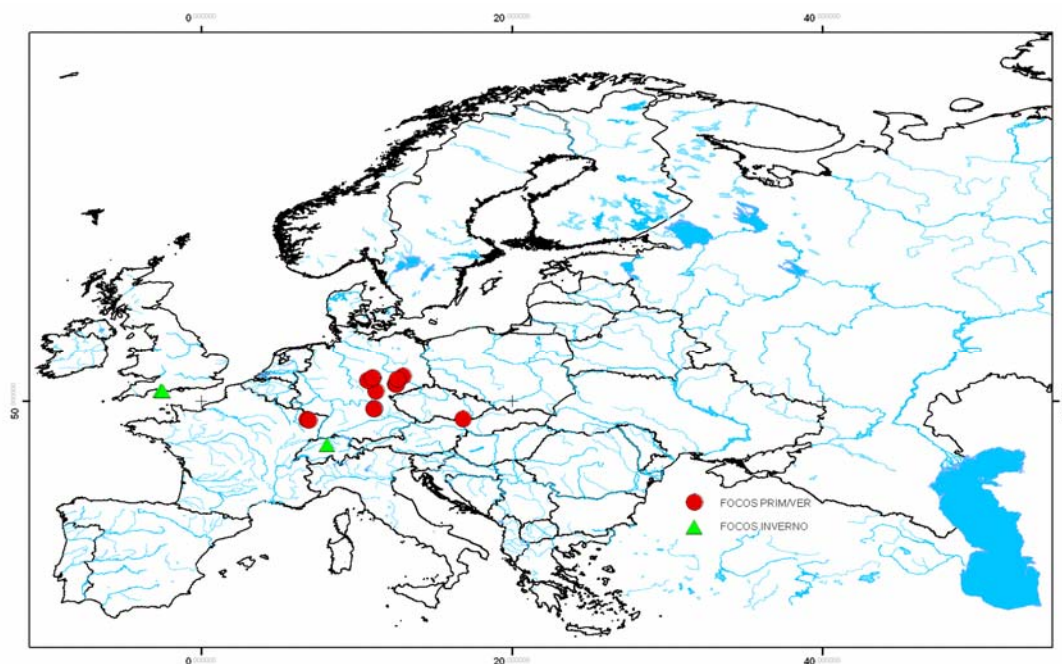


Figura 2 – Localização dos focos de Influenza Aviária de 2007/08 e hidrografia da Europa.

A partir desta informação e sabendo que as aves selvagens preferem nas suas deslocações/migrações o voo junto à linha de costa ou junto a massas de água de dimensão razoável, definiram-se diferentes valores esforço/preferência (custo) que se afectaram a diferentes zonas (Tabela 1).

Distância Km	Linha de Costa	Rede Hidrográfica
0 - 1	1	1
1-5	5	5
5-10	10	10
10-25	25	25
25-50	50	100
+ 50	100	100

Tabela 1 – Valores de custo em função das distâncias

Os valores mais baixos são os valores preferidos e representam um esforço inferior, quer em termos físicos por requererem um menor consumo de energia, quer em termos de navegação porque permite a utilização de características geográficas e fisiográficas na orientação em voo (Figura 3).

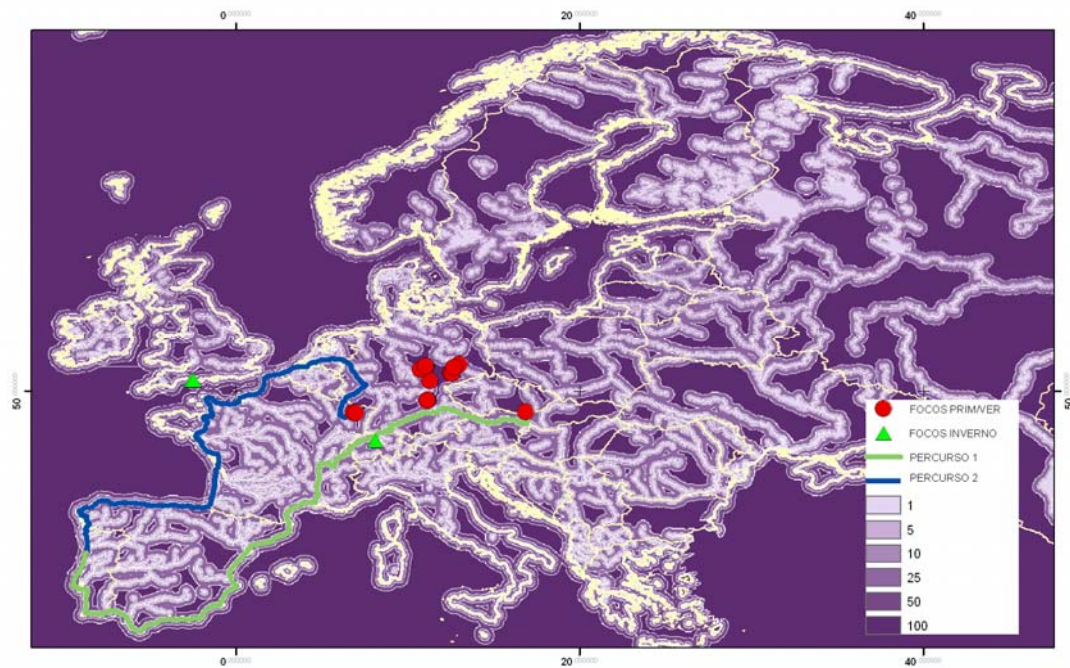


Figura 3 – Superfície de custo estabelecida para o continente Europeu e percursos obtidos.

Para além destes aspectos, os locais identificados com o menor custo também constituem locais preferenciais de paragem para alimentação e repouso.

A partir desta informação produziu-se uma superfície de custo em função da distância à origem (utilizando as funções disponíveis no software ArcGIS 9.2), admitindo como origem a Reserva Natural das Dunas de São Jacinto. Consideraram-se dois destinos a atingir, identificando dois locais onde foi determinada a presença de Influenza Aviária em aves Selvagens (Figura 4). A partir destes dados determinaram-se os percursos que minimizam o esforço e a distância a percorrer (Figuras 3, 4 e 5).

Posteriormente, para verificar a adesão destes percursos aos dados que possuíamos relativos à Marrequinha *Anas crecca* (o pato invernante em Portugal mais abundante, Costa & Guedes 1997), Zarro-negrinha *Aythya fuligula* e Zarro-comum *Aythya ferina* (espécies de patos que morreram mais com a Influenza Aviária na Europa, OIE 2008), permitiu constatar as rotas migratórias preferenciais das espécies bem como a sua presença consoante a época do ano (Figura 4 e Figura 5).

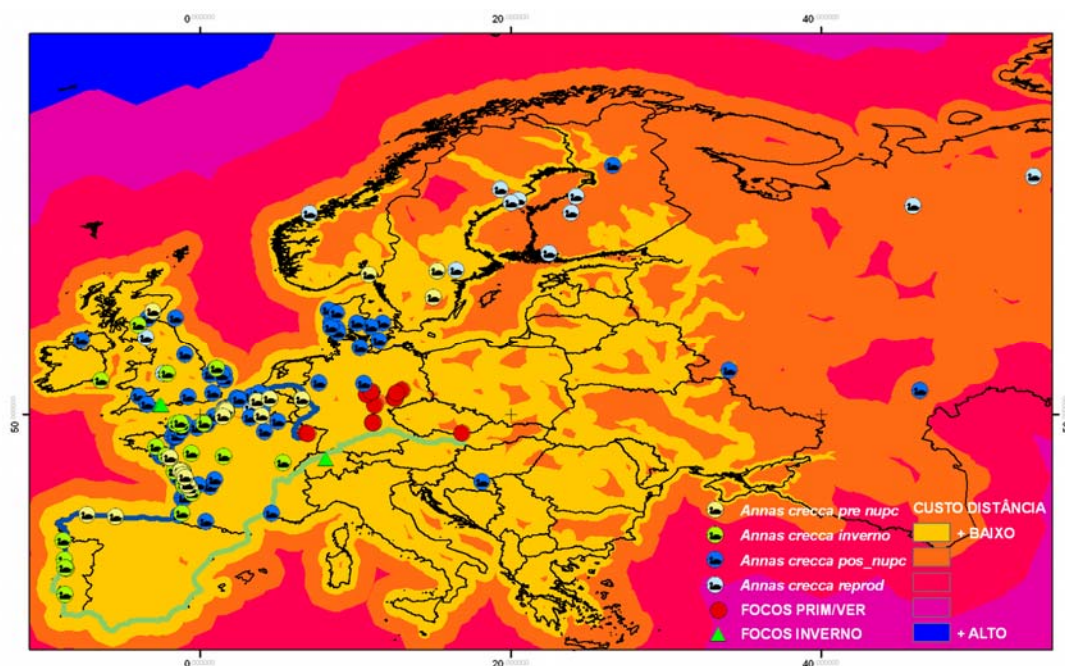


Figura 4 – Superfície de custo distância estabelecida para o continente Europeu e locais de observação, captura/recaptura ou caçada de *Anas crecca*.

A observação dos percursos determinados e dos locais de captura/recaptura, observação e recuperação de Marrequinha permitiu verificar que esta espécie prefere a rota migratória Atlântica. Existirá uma maior probabilidade de difusão da doença para o nosso país caso os focos sejam detectados junto à costa Atlântica quando esta espécie se encontra na fase pós-nupcial i.e. está a dirigir-se para Portugal.

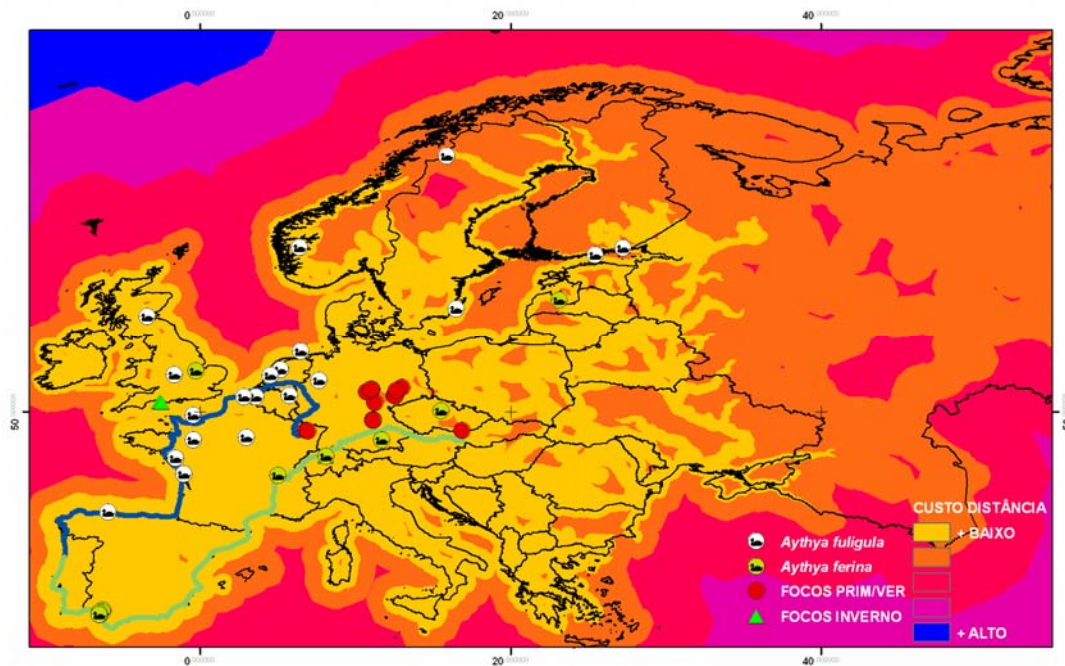


Figura 5 – Superfície de custo distância estabelecida para o continente Europeu e locais de observação, captura/recaptura ou caçada de *Aythya fuligula* e *Aythya ferina*.

A observação dos percursos determinados e dos locais de captura/recaptura, observação e recuperação de Zarro-negrinha e de Zarro-comum permitiu verificar que a primeira espécie prefere a rota Atlântica e a segunda prefere a rota migratória Centro Europeia. Existe também uma elevada semelhança entre a localização dos locais de captura/recaptura/observação/recuperação e os dois percursos previamente encontrados.

Resultados e Conclusões

A metodologia conseguiu determinar percursos migratórios prováveis tendo por base conceitos de minimização de esforço, capacidade de orientação e minimização das distâncias a percorrer.

Os resultados obtidos permitem afirmar que existe uma possibilidade real do transporte da Influenza Aviária para Portugal a partir dos focos identificados na época passada. De referir que os focos que ocorreram na Primavera/Verão extinguiram-se antes da migração pós-nupcial mais intensa, e que os focos que ocorreram no Inverno verificaram-se num período em que as aves já estavam em Portugal ou a voltar para Norte, logo reduzindo probabilidade de transportarem a doença para o nosso país.

O risco da Influenza Aviária chegar a Portugal transportada por patos selvagens, será maior se ocorrerem focos no Outono na Costa Atlântica (rota utilizada pela maioria dos patos invernantes em Portugal, Rodrigues *et al.* 2006). Caso os focos ocorram na Europa Central, a probabilidade da doença chegar a Portugal é menor e a espécie potencialmente vectora será o Zarro-comum, logo deverá ser prestada maior atenção à monitorização dos locais de invernada desta espécie em Portugal. A maior limitação da metodologia está neste momento relacionada a necessidade de conhecimento dos mecanismos de orientação e, dos processos e condições que originam que os patos selvagens tomem diferentes opções de percurso.

Bibliografia

- Costa, L.T. & R.S. Guedes 1997. *Contagens de Anatídeos Invernantes em Portugal Continental. Invernos de 1993/94 a 1995/96*. Estudos de Biologia e Conservação da Natureza, 20. Instituto de Conservação da Natureza, Lisboa.
- ESRI 2005. ArcGIS 9 ESRI Data & Maps , World, Europe, Canada and Mexico CD, ESRI, Redlands, US.
- OIE - World Organisation for Animal Health. 2008. Update on avian influenza in animals (type H5) - 15 Abril 2008. http://www.oie.int/downld/AVIAN%20INFLUENZA/A_AI-Asia.htm
- Olsen, B., V.J. Munster, A. Wallensten, J. Waldenström, A.D.M.E. Osterhaus & R.A.M. Fouchier 2006. Global Patterns of Influenza A Virus in Wild Birds. *Science* 312: 384 - 388.
- Rodrigues, D., Figueiredo, M., Fabião, A. & Tenreiro, P. 2006. Ducks and the Risk of Avian Influenza in Portugal. *Airo* 16: 69-74

Portal M.A.I.S - Mapas de auxílio interactivo à saúde

Patrícia Ferreira da Silva; Jorge Gustavo Rocha - Universidade do Minho: Braga,
Portugal.

patricia.biom@gmail.com
jgr@di.uminho.pt

Resumo:

Este projecto tem, como objectivo final, a criação de um portal na Web, dinâmico e com mapas interactivos (Portal MAIS), que reúna o maior número possível de informação relacionada com a saúde em Portugal. O portal vai também permitir um conjunto de análises espaciais e, para além de comunicar a informação relacionada com a saúde de uma forma geo-referenciada, permite ainda cadastrar ocorrências relacionadas com a saúde. Esta informação pretende ser uma ferramenta de apoio para o público em geral, e mais detalhada para utilizadores registados, como profissionais de saúde, permitindo estudar o impacto dos diversos factores (ambientais, demográficos e sócio-culturais) na saúde; facilitando e acelerando o acesso à informação de saúde, e suportando a tomada de decisões, permitindo agir em tempo real em situações de crise ou epidémicas.

Palavras-chave:

Geoserver, Mapbuilder, Joomla, PostGIS, Mapeamento e gestão de casos de saúde, informação de saúde, SIG.

Motivações

A saúde é uma das mais importantes preocupações públicas, e a sua resolução passa por um conjunto concertado de políticas a vários níveis. Isto porque a saúde das pessoas é influenciada por uma diversidade de factores, nomeadamente ambientais, demográficos e socioculturais.

1.1 Ambientais

Apesar de a esperança média de vida ter aumentado substancialmente no último século, continua a registar-se uma enorme incidência de doenças relacionadas com o desenvolvimento. Estima-se que nos países industrializados cerca de 20% das doenças sejam inerentes a factores ambientais e aos efeitos do desenvolvimento [1].

A degradação ambiental não conhece fronteiras, num mundo em que a alteração do clima e os seus efeitos negativos na saúde pública são um problema comum da humanidade. A protecção do ambiente e a promoção do desenvolvimento sustentável estão a obrigar à aprovação de planos nacionais para fazer face às mudanças climáticas.

A relação de causalidade entre factores ambientais e os seus efeitos na saúde é difícil de estabelecer, e os dados disponíveis são preocupantes. A poluição do ar, poluição sonora, contaminação da água, alterações climáticas e riscos químicos são responsáveis por 20 a 25% das mortes que ocorrem no mundo, sendo 40% das vítimas crianças com menos de cinco anos [1].

As alterações bruscas de temperatura aumentam também os riscos de doenças cardíacas e respiratórias. A poluição aumentou o número de casos de asma (a OMS estima que 300 milhões de pessoas sofram da doença). O clima também é um outro factor importante a considerar na transmissão de doenças e na multiplicação dos seus portadores (mosquitos, carraças, etc), que são uma grande causa de morbilidade e mortalidade, especialmente em países tropicais ou subdesenvolvidos.

Um estudo efectuado em 2003 pela Comissão Europeia, numa população de 80 milhões de habitantes de 124 cidades, refere que os europeus passam 85 a 90% do seu tempo em ambientes fechados, onde a poluição do ar interior é duas vezes mais elevada do que no exterior. Só em Portugal, todos os anos morrem quatro mil pessoas vítimas da poluição atmosférica [1].

1.2 Demográficos

Muitas das mudanças ocorridas na sociedade portuguesa nos últimos anos têm origem em factores demográficos. A queda da fecundidade, que conduz ao envelhecimento das populações e ao aumento da proporção de idosos inactivos, socialmente marginalizados, é o principal factor demográfico relacionado com a saúde [2]. Isto porque existe um grande número de doenças específicas de determinadas faixas etárias, e no caso dos idosos a principal condição a ser considerada é a multiplicidade de doenças que coexistem. Dada a progressiva perda funcional, diversos órgãos e sistemas podem apresentar alterações que se vão somando em diversas doenças crónicas.

1.3 Socioculturais

Para além dos factores ambientais e demográficos, existe uma diversidade de factores socioculturais que condicionam as condições de saúde. Algumas dessas condicionantes, embora determinadas por factores socioculturais, não são aplicáveis a uma população, pois cada indivíduo tem comportamentos próprios, relacionados com a alimentação, stress e ansiedade, com o exercício físico, com hábitos tabágicos e alcoólicos, comportamentos sexuais de risco, etc. A influência destes factores na saúde segue modelos conhecidos, mas são demasiado específicos para serem aplicados às populações. Só poderão ser aplicados a uma população quando se puder estimar com algum grau de confiança a relação entre um indicador e uma causa (por exemplo, entre o nível de vida e a taxa de suicídios).

Uma das maiores preocupações na pesquisa em saúde (epidemiológica ou de planeamento) é a melhoria e desenvolvimento de indicadores que possam suportar a monitorização da saúde, relacionando-a com todos estes factores que a influenciam, que variam no tempo e no espaço. Esta monitorização depende da recolha atempada de informação. Em casos extremos, esta informação não chega sequer a ser registada. Se tomarmos como exemplo o caso do HIV em países subdesenvolvidos [Oppong citado por Paula Santana], reparamos que a maioria dos problemas relacionados com as medidas de acção provêm da inexistência de dados completos e fiáveis, já que se estima que 80 a 90% dos casos de HIV em países Africanos não sejam sequer registados [3]. Noutros casos, a informação demora a ser consolidada, já que existe um tempo considerável entre o registo do

caso e a disponibilização dessa informação para estudo, pois é necessário considerar todo o processo burocrático, da transmissão de informação relacionada com saúde, desde os hospitais e centros de saúde, até instituições como o INE e a DGS. Este processo não é adequado quando se trata de casos críticos ou epidemiológicos, que requerem uma tomada de decisão em tempo real.

Sem a informação de monitorização, não é possível realizar as análises necessárias que nos indicam de que forma os diversos factores estão a influenciar a saúde. Esta análise é o suporte à tomada de decisão. Sendo decisões relacionadas com a saúde das pessoas, que envolvem políticas a médio e longo prazo, com grande impacto junto das populações, e que envolvem avultados orçamentos, as mesmas têm que ser muito bem fundamentadas.

2. Objectivos

Levantados os factores que influenciam a saúde das populações e identificados os actores que nos podem fornecer em tempo quase real informação sobre ocorrências médicas, pretende-se desenvolver um sistema de registo, análise e exploração de informação sobre a saúde (IS), que funcionará sobre a internet. Um sistema que contribua para estudar o impacto dos diversos factores na saúde, aumentar o nível de informação das pessoas, (sendo uma ferramenta de apoio para o público em geral e mais detalhada para utilizadores registados), ajudar a tomada de decisões e melhorar, de uma forma global, o estado de saúde do país.

3. Arquitectura do Sistema

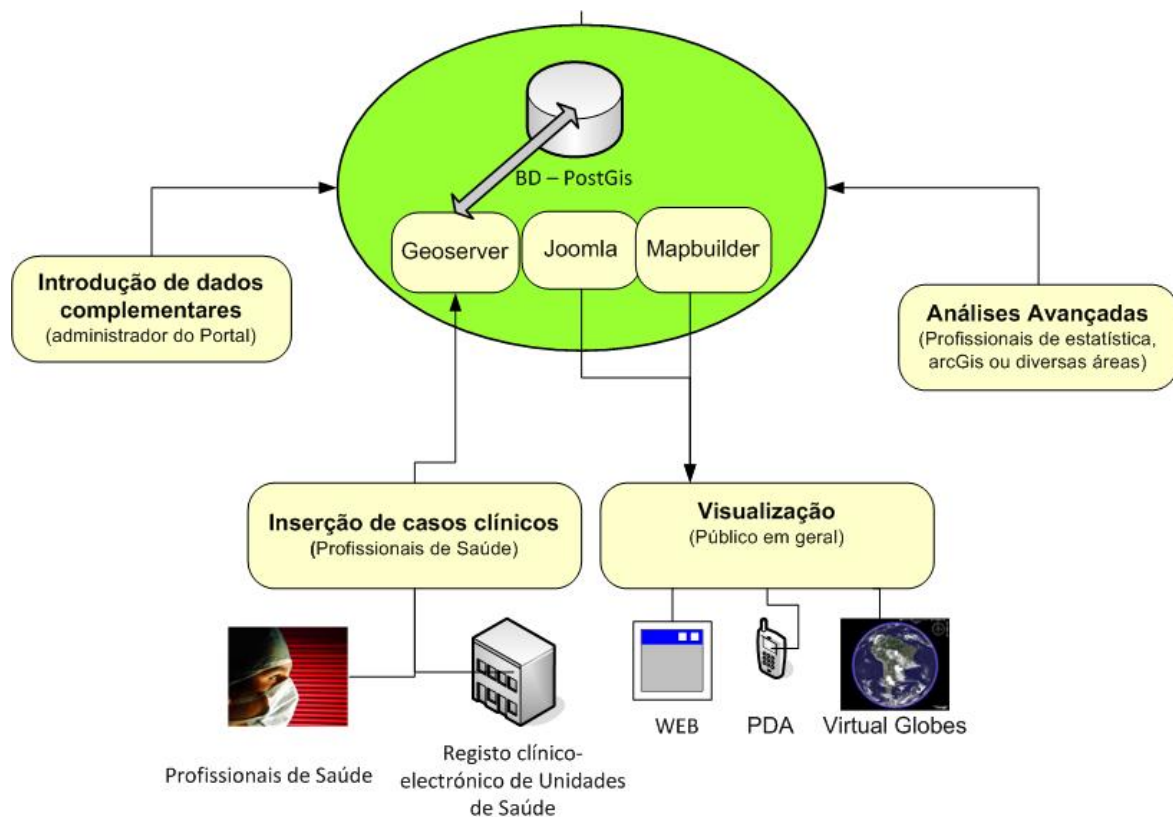


Figura nº1 – Arquitectura do Sistema

3.1 Modelo de dados

O PostGIS é uma extensão espacial gratuita e de código fonte livre, construída sobre o sistema PostgreSQL, que permite o armazenamento numa base de dados de objectos SIG, e inclui ainda suporte para índices espaciais e algumas funções para análise básica e processamento de objectos SIG. Neste projecto, e sobre uma base de dados PostGIS, foi necessário criar um conjunto de tabelas de suporte à arquitectura apresentada na Fig. 1.

Estas tabelas são de seguida apresentadas no contexto de cada uma das componentes deste sistema.

3.2 Componentes do sistema

3.2.1 Recolha de IS

Esta componente é a responsável por receber a IS, e poderá ser feita de duas maneiras:

- Cadastro directo de ocorrências pelos médicos. Este cadastro directo tanto pode ser efectuado directamente no portal, através de formulários específicos criados para o efeito, e apenas acessíveis a profissionais de saúde registados, ou através do seu próprio PDA, que depois comunicará com o portal através de *web services*.
- Aquisição automática pelo portal da informação inserida nos programas de registo clínico electrónico dos hospitais, como por exemplo o *Alert*.

A tabela do modelo de dados, que permite, então, este armazenamento de todos os casos de saúde registados, é a tabela “Eventos”.



Eventos
- fid
- geometria
- paciente
- sintomas
- doencas
- medico
- data
- distrito

Figura nº2 – Tabela de eventos e os seus campos [4].

Os campos da tabela são os seguintes:

- **fid** – é um inteiro e serve de chave primária da tabela;
- **geometria** – é do tipo espacial Point e guarda o ponto exacto do caso de saúde registado;
- **paciente** – é um inteiro que corresponde ao número do paciente em questão;
- **sintomas** – é um campo de texto onde opcionalmente se inserem os sintomas que o paciente apresenta;
- **doencas** – o campo onde são preenchidas as doenças diagnosticadas;
- **medico** – o nome do médico que realizou o diagnóstico ao paciente. Este apenas é preenchido aquando da alocação de um médico ao paciente;

- **data** – a data do registo do caso de saúde. É automaticamente inserida a data actualizada, do momento, através de um *trigger*;
- **distrito** – este é um campo obrigatório adicionado por um *trigger* que contém o distrito onde o caso se sucedeu.

De notar que o campo distrito é obrigatório e a informação a guardar é obtida da tabela geográfica de Portugal, daí que, se não se encontrar uma zona de Portugal que contenha geometricamente o ponto do caso de saúde, ocorre uma excepção e o caso não é registado [4].

Este procedimento garante que não são armazenados casos de saúde, ou hospitais, fora de Portugal continental e ilhas (Açores e Madeira).

Por sua vez, a tabela “Locais” permite armazenar o registo de informação relacionada com entidades físicas de saúde, tais como hospitais e centros de saúde, uma informação importante, já que o conhecimento da existência e localização destas entidades perto do caso de saúde, ou foco de epidemia, revela-se imprescindível para uma resposta mais rápida [4]:



Locais
- fid
- geometria
- tipo
- descricao
- data
- distrito

Figura nº3 – Tabela de Locais e seus campos [4].

Os campos são [4]:

- **fid** – um inteiro que serve de chave primária;
- **geometria** – um campo análogo ao da tabela Eventos;
- **tipo** – um campo de texto que dita o tipo de entidade hospitalar de que se trata;
- **descricao** – um campo de texto que contém o nome e/ou descrição da entidade;
- **data** – um campo análogo ao da tabela Eventos, também inserido por via de um *trigger*;
- **distrito** – campo análogo ao da tabela Eventos.

3.2.2 Análise

Ao juntar a informação sobre a saúde, os dados do INE e outras informações adicionais, o portal vai permitir um conjunto de análises espaciais, desde as mais simples, como por exemplo: a população por hospital para cada concelho, às geográficas, como a população a mais de 25km de um hospital, até às mais sofisticadas, baseadas em modelos de regressão.

Os utilizadores do portal poderão usar formulários criados em *php* para o efeito, que lhes permitam aceder de forma organizada e filtrada aos dados do sistema.

Estas análises são efectuadas conjugando (através da operação *join* do SQL):

- A tabela “Eventos”- apresentada na componente anterior (figura nº2);
- Dados territoriais do INE
- A tabela “Distritos”



Distritos
- gid
- distrito
- multi
- slug

Figura nº 4 – Tabela dos Distritos e seus campos [4].

Os campos são [4]:

- **gid** – um valor inteiro que serve de chave primária;
- **distrito** – um campo de texto que contém o nome do distrito com caracteres especiais;
- **multi** – campo geométrico de tipo espacial MultiPolygon que reflecte o contorno do distrito;
- **slug** – o campo de texto que contém o nome do distrito em versão sem caracteres especiais.

3.2.3 Exploração

A exploração final da IS consiste na apresentação de mapas interactivos. No caso deste sistema foi elaborada, por colegas da licenciatura de Engenharia Informática, uma interface de teste que apresenta, não só os mapas de Portugal, mas também a localização de várias doenças, bem como entidades hospitalares,

permitindo ao utilizador a inserção, remoção e actualização de informação na base de dados, intuitivamente, através da sua barra de ferramentas.

No protótipo criado, o sistema apresenta mapas cartográficos com coloração conforme o número de óbitos ocorridos em cada distrito relativamente à média nacional [4]:



Figura nº5 – Cores de gravidade: baixa, média e alta [4].

O *MapBuilder* é um cliente de mapeamento geográfico que permite o visionamento de mapas interactivos de várias fontes em páginas Web de serviços *Web Map Service* ou *Web Feature Service*. A instância do *Mapbuilder* criada tem a seguinte apresentação:

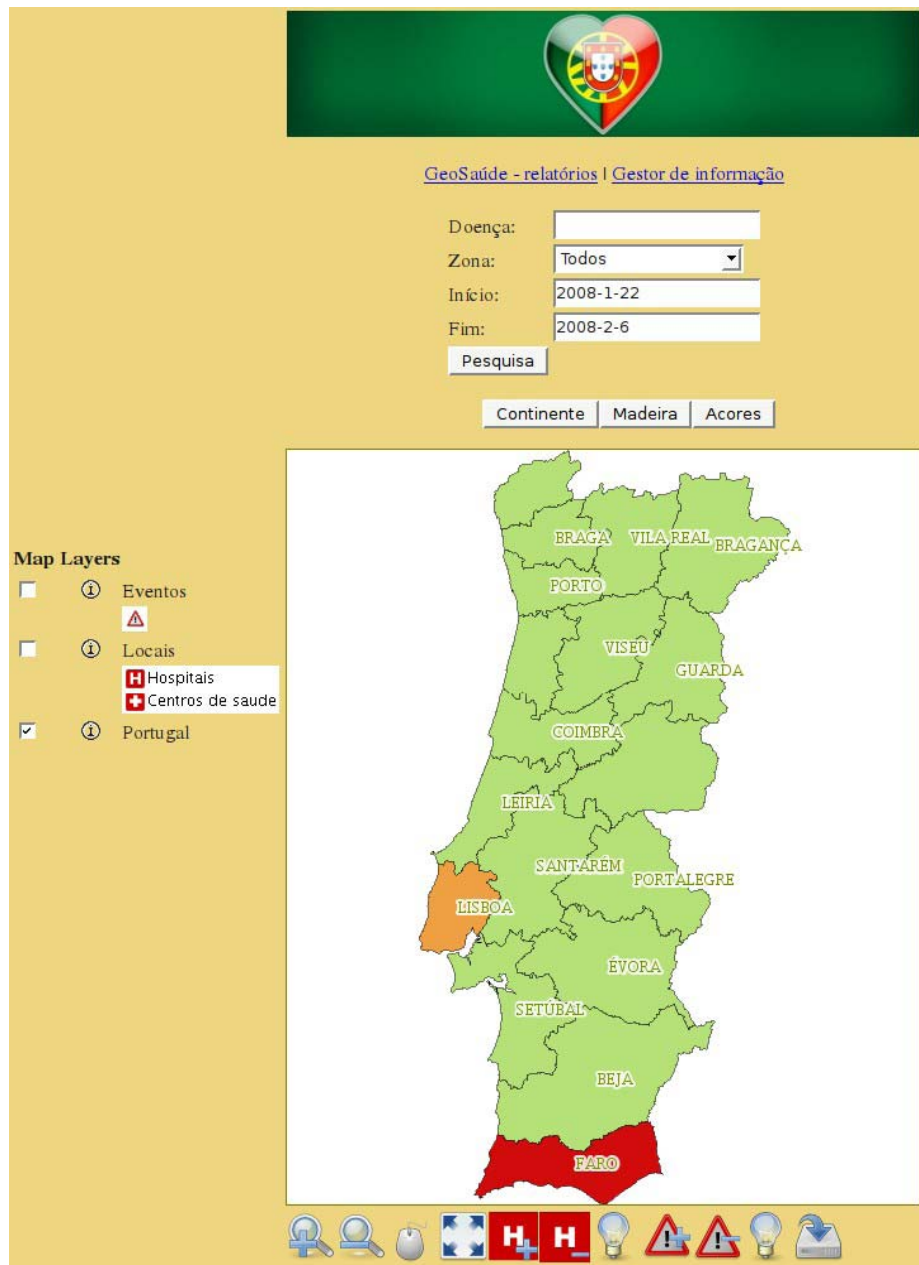


Figura nº 6 - Página de início do protótipo criado no Mapbuilder [4].

Como se pode ver na figura acima, a página inicial da instância do *Mapbuilder* possui, do lado esquerdo, uma lista das camadas que o *Geoserver* está configurado para servir e no topo da página temos a possibilidade de pesquisar casos de saúde consoante a doença, a zona do país e um intervalo válido de datas. Em baixo encontra-se a barra de ferramentas [4]:



Figura nº7 – Barra de ferramentas do sistema de teste criado.

A barra de ferramentas possui, como mostra a figura, as seguintes operações [4]:

- Aumentar zoom
- Diminuir zoom
- Arrastar mapa
- Reverter ao zoom inicial
- Adicionar entidade hospitalar e também remover entidade hospitalar
- Seleccionar/mostrar no mapa entidades hospitalares
- Adicionar caso de saúde e também remover caso de saúde
- Seleccionar/mostrar no mapa casos de saúde
- Guardar estado actual

Quando é usada a função de pesquisa, os casos de saúde que correspondem aos atributos pesquisados são apresentados no mapa, e se forem seleccionados com o cursor, aparece uma pequena janela [4]:



Figura nº8 - Resultado de uma pesquisa [4].

A janela aparece de forma a apresentar a informação referente ao ponto seleccionado:

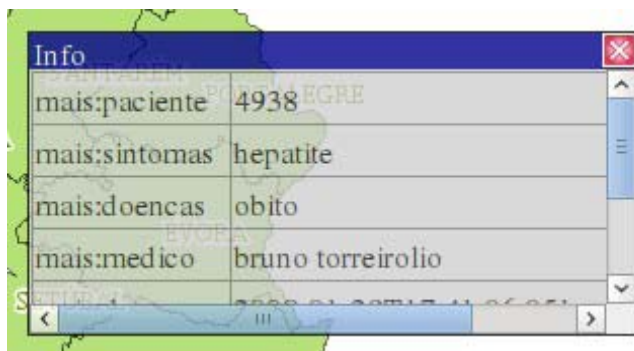


Figura nº9 - Janela com informação de um caso de saúde [4].

No que concerne a operações como inserção é necessário escolher a ferramenta adequada.

Na figura seguinte é mostrado um exemplo de uma inserção de um hospital. Após ter sido seleccionada a ferramenta de adicionar hospital, preenche-se a informação adequada e clica-se na ferramenta própria para guardar, que se encontra no canto direito [4]:

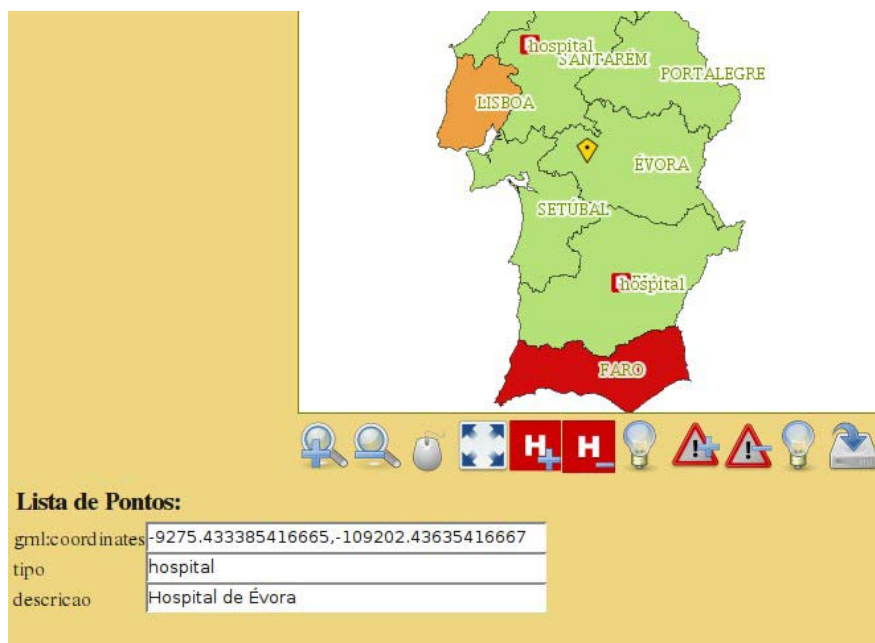


Figura nº10 - Inserção de um hospital em Évora [4].

3.2.4 Visualização sobre Google maps

Permite a visualização da informação sobre *Google maps*, através da exportação de alguns temas para KML. Esta exportação faz-se utilizando o XML devolvido pelo *Web Feature Service*, e transformando-o em KML utilizando um XSL formatado (*Extensible Stylesheet Language*).

4. Concretização

Na concretização deste sistema, todo ele foi integrado num portal, o Portal M.A.I.S. (Mapas de auxílio interactivo à Saúde). Este portal está a ser criado em *Joomla*, um CMS (*Content Management System*), escrito em PHP e que corre no servidor web Apache. A grande vantagem do *Joomla* é sua diversidade de extensões extras, feitas não necessariamente pelos desenvolvedores do projecto, como componentes, módulos e *plugins*, que são actualizados constantemente [5].

Este sistema pode estar direccionado para ter os seguintes tipos de utilizadores:

- Pessoal administrativo;
- Utilizadores registados, como profissionais de saúde – médicos
- Profissionais de outras áreas (estatística, arcGis..)
- Público em geral.

O Portal MAIS visa também reunir todo um conjunto de informações adicionais, relacionadas com a saúde, bem como outros recursos para disponibilizar aos interessados na área, tais como fóruns ou notícias. Estas notícias incluem-se no Portal através de RSS *feeds* (fontes), um subconjunto de "dialectos" em XML que servem para agregar conteúdo, e que podem ser acedidos mediante programas ou sites agregadores, como o Portal MAIS. Esta tecnologia funciona com uma prévia inscrição do portal agregador em sites que fornecem *feeds* RSS, tipicamente sites que mudam ou actualizam o seu conteúdo regularmente. O site agregador recebe estas actualizações, pelo que o usuário pode permanecer informado dessas notícias actualizadas, provenientes de diversos sites, sem precisar de visitá-los um a um [6].

No caso concreto do Portal MAIS incluem-se, para já, notícias provenientes de sites tão diversos como o da Direcção Geral de Saúde (DGS - <http://www.dgs.pt/>); do Portal da Saúde criado pelo Ministério da Saúde (<http://www.portaldasaude.pt/portal>) e das categorias de Sociedade e Ciência, do Jornal Público (<http://www.publico.clix.pt/>).

5. Considerações finais e trabalho futuro

Este projecto parece-nos constituir uma ideia inovadora e com grandes potencialidades para explorar. Além de facilitar o acesso do público em geral à IS, torna mais rápido o processo de tomada de decisões, quer na definição de políticas relacionadas com a saúde, quer em momentos cruciais ou epidémicos.

Os desafios que se nos apresentam estão relacionadas com a dificuldade em controlar a informação inserida, nomeadamente controlar a duplicação de registos. Isto porque um médico registado no portal pode estar a inserir directamente um caso clínico que já tenha sido transferido do registo clínico-electrónico de uma determinada entidade hospitalar, pelo que esse caso ficaria contabilizado e assinalado duas vezes. Para além disto, há que referir outras limitações inerentes ao processo, nomeadamente no campo da ética e da confidencialidade, que terão que ser analisadas com mais detalhe.

Apesar destas limitações, não há dúvida que, com mais algum trabalho de integração das componentes já desenvolvidas, possa surgir uma ferramenta bastante interessante. O protótipo de teste, criado por três colegas de Engenharia Informática, comprova e viabiliza esta ideia.

Para além disto, para permitir uma maior diversidade de análises, sugere-se ainda que num trabalho futuro se explorem as vertentes ambientais relacionadas com a saúde, acrescentando esta no modelo de dados.

Bibliografia

- [1] url: <http://www.alem-mar.org/cgi-bin/quickregister/scripts/redirect.cgi?redirect=EEFyVVpkpZfivNLFAT>
- [2] url: <http://iscte.pt/mestrado.jsp?curso=84>
- [3] **Oppong**, citado por Paula Santana (p.1) *GIS AND HEALTH*
Comment on "Data Problems in GIS and Health" by Joseph R. Oppong.
- [4] **Carvalho**, João; **Rosa**, Miguel; **Robalo**, João. (2008) *Sistema de Informação Geográfica de auxílio à saúde – relatório de Opção III.*
- [5] url: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Joomla>
- [6] url: <http://pt.wikipedia.org/wiki/RSS>

Parte III

Os Sistemas de Informação Geográfica na Web

WebGIS OpenSource no Apoio à Consultadoria e Gestão Agro-Florestal: O “Eco@gro Digital”

André Barriguinha¹, Paulo Ribeiro², Pedro Cabral³

¹*EcoAgro – Consultadoria e Gestão Agrícola, Lda.*

Rua 5 de Outubro, 28. 2100-127 Coruche, Portugal

andrebarriuginha@ecoagro.pt

²*TTerra – Auditoria, Projecto e Técnicas Ambientais, Lda.*

Rua Adriano Correia de Oliveira, 6. 7000-706 Évora, Portugal

pauloribeiro@terra.pt

³ *Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, 1070-312 Lisboa, Portugal*

pcabral@isegi.unl.pt

Resumo

A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) nas empresas de consultadoria e gestão agro-florestal como ferramentas de planeamento, gestão, controlo e apoio na tomada de decisão constitui, actualmente, um factor decisivo na prossecução de benefícios de eficiência, eficácia e vantagens competitivas relativamente às organizações concorrentes. O elevado custo das licenças de *software* SIG e o seu alto grau de especificidade a nível técnico, fazem com que esta tecnologia não esteja ao alcance de todos aqueles que poderiam dela beneficiar. A utilização de infra-estruturas que permitam a disponibilização de informação e funcionalidades SIG tendo como intermediário a Internet (WebGIS), nomeadamente, nas suas vertentes *Freeware* e *OpenSource*, permite o acesso a um conjunto de informação espacial relevante por parte dos clientes e gestores agro-florestais com conhecimentos limitados de SIG e a custos reduzidos. Este artigo pretende dar a conhecer o Eco@gro Digital, WebGIS desenvolvido para a empresa EcoAgro, que tem por base uma arquitectura *applet* utilizando o aplicativo *Freeware* Springweb. Este serviço tem por objectivo a disponibilização de informação geográfica aos clientes da empresa através da Internet, permitindo a visualização de um conjunto de informações referente às suas explorações agro-florestais, assim como a realização de algumas operações de consulta, análise e pesquisa.

Palavras-chave: *WebGIS, Gestão Agro-Florestal, SpringWeb, OpenSource*

1. Introdução

Os SIG estão, actualmente, consolidados podendo mesmo ser apelidados como instrumentos por excelência na manipulação de informações espaciais, realizando diversas operações em inúmeras áreas do conhecimento. Na sua maioria são sistemas executados individualmente em computadores pessoais ou em licenças para funcionar em redes locais, estando a sua arquitectura adaptada ao sistema operativo em que é executado [1]. Com a vulgarização do acesso à Internet, tem-se registado um crescimento da importância dos SIG em diversas vertentes, sendo aberta uma nova linha de perspectivas para pessoas que necessitam de utilizar dados geográficos [2, 3]. Esta perspectiva direccionou os mais recentes desenvolvimentos ao nível de ferramentas SIG para a disponibilização de dados e informação geográfica via Internet (WebGIS) permitindo ao utilizador aceder a informação do seu interesse de forma fácil e pouco onerosa [4]. A união destas tecnologias permite uma interacção visual com os dados geográficos e uma maior acessibilidade aos mesmos. Num WebGIS o utilizador pode visualizar mapas e informação, gerar gráficos e realizar consultas a partir de dados geográficos armazenados em bases de dados. Tudo isto sem grandes conhecimentos técnicos, utilizando um simples *browser* no seu computador pessoal [2]. O desenvolvimento de ferramentas WebGIS pode ser um importante instrumento no auxílio à gestão e tomada de decisões por parte de produtores florestais e clientes de empresas de consultadoria e gestão agro-florestais. Com este tipo de aplicativos é possível fornecer apoio na gestão das explorações agro-florestais dos clientes da empresa, oferecendo funcionalidades SIG sem ser necessário qualquer tipo de licença de *software*, ou elevados níveis de formação técnica [5]. Contudo, existe actualmente um grande número de opções no que respeita a aplicativos WebGIS, desde os fornecidos pelas empresas do ramo aos desenvolvidos por grupos dedicados à pesquisa e investigação. Com tanta oferta importa pois levantar a questão sobre qual o *software* utilizar [6]. Neste artigo, pretende-se dar a conhecer um WebGIS designado Eco@gro Digital, desenvolvido para uma empresa de consultadoria e gestão agro-florestal (EcoAgro, Lda.), com base em *software* gratuito. Foi dada relevância ao potencial que o WebGIS pode ter na gestão agro-florestal e às opções tomadas na estratégia de implementação e escolha de *software* no desenvolvimento.

2. SIG e a Gestão Agro-florestal

Ao nível da gestão florestal podemos encontrar vários exemplos do uso de ferramentas SIG, alguns dos quais fornecidos por empresas de *software* SIG que, disponibilizam ferramentas específicas para resolver determinados problemas e auxiliar na tomada de decisões em questões, como por exemplo: o planeamento e ordenamento florestal; a gestão de risco de incêndio; planos de gestão florestal (actividades silvícolas); gestão de acessos florestais; gestão de pragas, entre outros. A integração de princípios como o da sustentabilidade e multifuncionalidade, no ordenamento e planeamento dos espaços florestais, determina a necessidade de bases de informação com múltiplos níveis que se articulam de forma complexa. É necessário gerir esses níveis de informação na altura em que se pretende decidir sobre as intervenções a realizar, numa óptica de produção sustentável de bens e serviços florestais [7]. Os SIG desempenham um papel importante na fase inicial da tomada de decisões espaciais através das suas capacidades de integração e exploração de dados e informação de um variado leque de fontes. Permitem armazenar, integrar e processar grandes quantidades de dados georreferenciados e apresentar a informação graficamente com um formato de fácil compreensão para os decisores [8]. Os principais programas SIG ao dispor dos utilizadores são provenientes de um grupo restrito de empresas que impõem elevados custos de licenciamento. O *Open GeoSpatial Consortium* (OGC) e o projecto GNU (*Software* Livre) abriram novas possibilidades no que respeita às opções à disposição dos utilizadores. Várias organizações públicas um pouco por todo o mundo estão já a aproveitar os benefícios destes movimentos, apesar de a grande maioria dos especialistas ainda revelar um elevado grau de desconhecimento acerca estas novas ferramentas, talvez pelo facto de as formações académicas actualmente serem quase exclusivamente orientadas para sistemas proprietários [9].

3. O Potencial do WebGIS

Um WebGIS pode ser definido como, um conjunto de serviços de informação geográfica baseados numa rede que utiliza diferentes formas de acesso à Internet para aceder a informação geográfica, ferramentas analíticas e diferentes serviços SIG [10]. A disponibilização e divulgação dos temas de forma dinâmica pela

Internet através do WebGIS, permite integrar, disseminar e comunicar informações geográficas visualmente na internet. Em geral, a disponibilização de mapas na Internet é feita de maneira estática, ou seja, sem interacção do utilizador. Com o WebGIS é possível gerar páginas dinâmicas que permitem ao utilizador consultas mais objectivas exclusivamente dedicadas aos temas do seu interesse [11]. O WebGIS combina duas poderosas tecnologias: os SIG, analisando e integrando informação geográfica e a Internet, fornecendo conectividade a um nível global. O resultado desta sinergia resulta numa maior facilidade em encontrar dados, no partilhar de ferramentas analíticas e no facto de ambos poderem chegar a um muito maior número de utilizadores [12]. De forma a utilizar todos os dados espaciais existentes de forma eficiente e efectiva os SIG têm que desempenhar um papel crítico, não apenas na disseminação de dados em bruto, mas fornecendo informação e oferecendo serviços de valor acrescentado aos potenciais utilizadores [3]. Contudo, para aceder e utilizar dados os ambientes SIG têm que estar disponíveis ao público. A Internet, e as comunicações sem fios, fornecem uma plataforma ideal para dotar o publico em geral de tecnologia SIG através do WebGIS [10]. Uma ferramenta WebGIS na consultadoria e gestão agro-florestal pode ser constituída por um SIG de apoio nas explorações agrícolas e florestais via Internet que coloca funcionalidades de SIG ao alcance de empresários agrícolas e florestais, sem obrigar a investir em meios de *software* sofisticados ou em formação técnica especializada. Estes sistemas baseiam-se na utilização de dados geográficos específicos para cada cliente e/ou exploração, estruturados de acordo com um modelo de dados comum que contempla as diferentes vertentes de agricultura e/ou floresta, e cuja recolha, organização e manutenção, pode ser assegurada por serviços de técnicos especializados das empresas de gestão [5].

4. O Eco@gro Digital

O Eco@gro Digital fornece aos clientes da empresa um interface de navegação simples, sem custo, actualizado, com ferramentas de SIG, onde estes podem visualizar os dados espaciais relativos às suas explorações, sejam eles informação *raster* como, por exemplo, ortofotomapas, cartas militares, cartas cadastrais ou, informação vectorial como, por exemplo, parcelas de projectos de investimento, cartas de solos, cartas de ocupação, cercas, rede viária, rede divisional, zonas de

protecção e conservação, zonas abrangidas por processos de certificação, cartas de risco de incêndio, entre muitas outros.

4.1 Estratégia de desenvolvimento

A escolha, desenvolvimento e gestão de um eficiente e efectivo sistema WebGIS não é uma tarefa fácil. Uma boa ferramenta deve ter em atenção a plataforma, arquitectura, suporte e *software* adequados ao objectivo [10]. A chave está, primeiro que tudo, em conhecer com profundidade os serviços prestados pela empresa e identificar os produtos SIG que possam beneficiar a actividade da mesma [13]. A justificação de introdução do Eco@gro Digital foi encontrada seguindo uma metodologia de desenvolvimento de sistemas de informação adaptada ao WebGIS (figura 1).

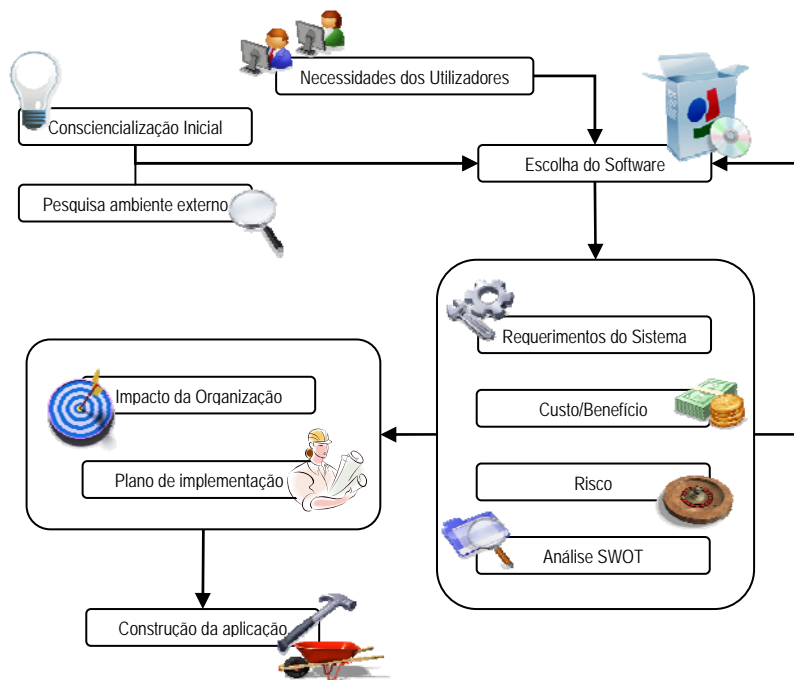


Figura 1 – Metodologia seguida na análise da introdução do Eco@gro Digital.

Partindo da ideia inicial, da pesquisa de aplicações semelhantes em funcionamento e, fundamentalmente das necessidades dos utilizadores foi feita a escolha da estratégia de implementação e *softwares* necessários. Estas acções levaram a um estudo das necessidades de implementação do WebGIS, análise de risco, análise custo/benefício e definição de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que a introdução do Eco@gro Digital poderia trazer para a empresa e nas suas relações com o exterior. Por fim, foi determinado o impacto e delineado o plano de implementação que culminaram na construção da primeira versão.

4.2 Estratégia de implementação

As estratégias de implementação de um WebGIS assentam em 3 tipos de abordagens: cliente, servidor e híbridas [14, 15]. Cada uma delas apresenta os seus pontos fortes e pontos fracos (quadro 1).

Quadro 1 – Abordagens baseadas no servidor e no cliente (Forças/Fraquezas)

	Forças	Fraquezas
Abordagem baseada no servidor	<ul style="list-style-type: none"> - Outputs acessíveis em qualquer browser - Requerimentos baixos do utilizador 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa Performance e Interação - Interface do utilizador limitado - Sobrecarga de servidores no caso de pedidos múltiplos - Qualidade dos mapas insuficiente
Abordagem baseada no cliente	<ul style="list-style-type: none"> - Interação e Performance melhoradas - Interface de utilizadores avançada - Grande qualidade gráfica dos mapas 	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de tráfego na internet - Ineficácia no processamento de dados mais complexos - Tempo de espera no descarregar

Neste caso, optou-se por uma arquitectura baseada no cliente, uma vez que permite aos utilizadores realizar a manipulação e análise de dados localmente no seu computador. Este tipo de aplicações faz com que parte do trabalho de processamento seja feita pelo utilizador no seu computador, dando maior controlo sobre os dados a este. Uma vez recebida a resposta do servidor, o utilizador pode trabalhar sobre os dados sem mais transferências pela Internet [14]. Já a escolha do *software* obedeceu a diversos parâmetros de análise como: tipo de licença; arquitectura; formato dos dados; sistema operativo; funcionalidades; documentação de suporte; facilidade de implementação e utilização. O *software* escolhido foi o SpringWeb desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do Brasil (quadro 2). Apesar de este *software* não ser aconselhado para manipulação de grandes quantidades de dados, isto não constituiu um factor limitante, na medida em que a informação disponibilizada é facilmente suportada pela arquitectura do sistema.

Quadro 2: Principais características da aplicação SpringWeb

Tipo de Licença	Freeware
Responsável/Manutenção	INPE (http://www.inpe.br/)
Linguagem (código-fonte)	Java
Formatos de dados	ASCII. (.map, .att)
Sistema Operativo	Linux, Microsoft® Windows
Requisitos mínimos de Hardware	Processador: 1GHz, RAM: 512MB, HD: 60GB
Principais Funcionalidades	Visualização, Pesquisa, Consulta, Análise.
Website principal (URL)	http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/sprweb/springweb.html
Galeria de aplicações	Sim
Documentação de Suporte	Sim
Comunidade de utilizadores	Sim
Conformidades com normas	ISO 9126

A arquitectura do sistema foi determinada pela arquitectura do *software* que a suporta. A plataforma a que o cliente tem acesso pode ser dividida em 3 componentes principais: o “BackOffice”, o “Servidor” e o “Utilizador” (Figura 3)

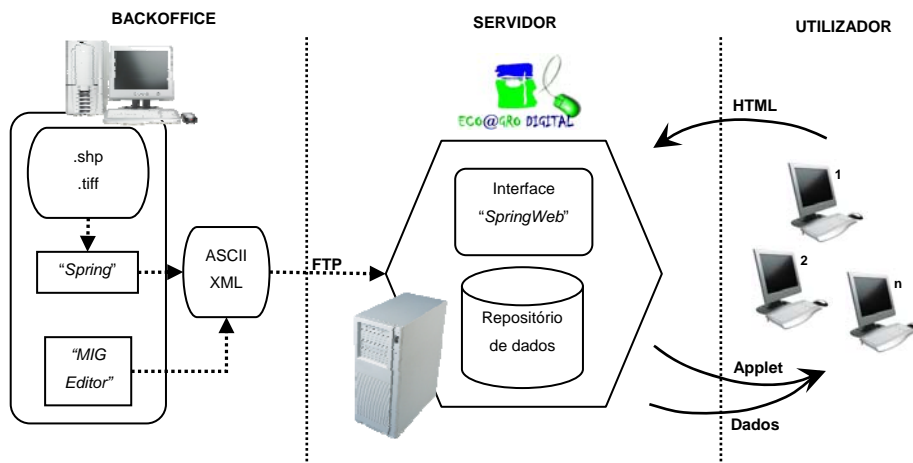


Figura 3: Esquema da arquitectura do SIG Eco@gro Digital.

É no **BackOffice** que se processa a edição e preparação dos dados para disponibilização, assim como a gestão do acesso dos utilizadores ao serviço Eco@gro Digital. A ferramenta requer em primeiro lugar um registo por parte do cliente que carece da validação por parte do administrador. A informação geográfica disponibilizada aos clientes é editada no *software* Spring e convertida para os formatos de ficheiros reconhecidos pelo SpringWeb. Esta informação tem maioritariamente origem nos formatos .shp (ESRI Shapefile) e .tiff (*Tagged Image File Format*) podendo contudo, ser elaborada no próprio Spring. No BackOffice são também geridos todos os metadados. As alterações são feitas pelo administrador do sistema no aplicativo MIG Editor. O resultado é um ficheiro XML (*Extensible Markup Language*) de metadados. Toda a informação gerada neste nível é carregada por FTP (*File Transfer Protocol*) para o servidor. O **Servidor** é a componente do sistema em que assenta o repositório da informação geográfica a ser disponibilizada aos clientes e a interface HTML da ferramenta Eco@gro Digital. É a ponte entre o BackOffice de administração e o cliente. Esta componente trata quer dos pedidos de acesso ao sistema por parte do cliente, quer do fornecimento das componentes aplicacionais e mapas aos utilizadores. O **Utilizador** efectua a manipulação e análise de dados localmente no seu próprio computador. O acesso à sua área de cliente bem como a visualização do guia de ajuda, fórum de suporte e consulta dos metadados, são realizados por HTML.

Os metadados da informação geográfica disponibilizada podem ser consultados clicando na hiperligação respectiva e foram adaptados a partir do MIG Visualizador HTML disponibilizado pelo SNIG. É possível visualizar várias folhas de estilo que permitem ver uma ficha de metadados segundo vários grupos de descritores. Na secção de ajuda, o cliente pode encontrar um guia passo a passo, ilustrado, acerca da utilização e funcionalidades do sistema.

5. Conclusões e desenvolvimentos futuros

Com um simples *browser* e acesso à Internet, qualquer cliente da EcoAgro pode aceder à sua base de dados geográfica. Esta ferramenta não pretende ser um substituto do *software* SIG que a empresa tem ao seu dispor para a realização dos seus projectos. Constitui-se antes como uma ferramenta de visualização de informação espacial relevante para os seus clientes. Desta forma estes podem fazer uma gestão da sua informação geográfica, sem ser necessário qualquer *software* específico, ou conhecimentos aprofundados de SIG. O uso deste tipo de aplicativos apresenta vantagens face à possibilidade de os utilizadores poderem optar por um solução assente num *software* SIG, instalado no seu computador pessoal. É uma forma de ultrapassar barreiras espaciais e temporais no acesso à informação geográfica de cada utilizador. No fundo não se limita a um simples visualizador de mapas mas sim a um repositório de informação de carácter espacial e uma ferramenta de suporte à tomada de decisões. O uso de aplicativos gratuitos revela-se bastante interessante na concretização dos objectivos deste tipo de aplicações. A própria gestão e disponibilização dos dados podem ser feitas exclusivamente com este tipo de *software*. As opções aqui discutidas apesar de terem sido desenvolvidas numa perspectiva de prestação de um serviço de forma gratuita aos clientes da empresa, não impedem a comercialização e adaptação a outras entidades. A evolução para uma plataforma baseada no servidor utilizando o MapServer, já em desenvolvimento, vai permitir uma melhoria do serviço prestado adicionando funcionalidades chave ao Eco@gro Digital.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Miranda JI. SpringWeb: Um Aplicativo para Publicar Mapas na Web. Embrapa Informática Agropecuária 2004;41:1-25.

- [2] Souza VCOd, Oliveira MLR, Vieira TGC, Alves HMR. Portal Vertical GeoSolos – Spring Web na divulgação dos resultados de pesquisa em regiões cafeeiras de Minas Gerais. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto Goiânia, Brasil: INPE, 2005.
- [3] Yang CP, Wong DW, Yang R, Kafatos M, Li Q. Performance-improving techniques in web-based GIS. *International Journal of Geographical Information Science* 2004;19:3:319-342.
- [4] Machado J, Cabral P, Painho M. Aplicações de SIG na WEB - O atlas do ambiente dinâmico. In: ESIG 2002 - VII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica Tagus Park: USIG, 2002.
- [5] Aires JMG, Dias AP, Duarte P, Coucelo C. Terramais - Serviço On-line de Suporte à Gestão Agro-Florestal. 2003, pp. 1-14.
- [6] Miranda JI. Publicando Mapas na Web: Servlets, Applets ou CGI ? Embrapa Informática Agropecuária 2003;28:1-38.
- [7] Martins H, Pereira S, Pinho JR, Borges JG. Desenvolvimento de Bases de Informação para Sistemas de Informação Aplicados ao Ordenamento Florestal. *Silva Lusitana* 2004;n.º especial: 49-65:1-17.
- [8] Cabral PdCB. Sistemas Espaciais de Apoio à Decisão - O Sistema de Apoio ao Licenciamento da Direcção Regional do Ambiente do Alentejo. Vol. Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico, 2001, p. 107.
- [9] Uchoa HN, Coutinho RJC, Ferreira PR, Filho LCTC, Brito JLNeS. Arquitetura OpenGIS® Baseada em Software Livre para Solução de Geoprocessamento. (OpenGeo, 2007.
- [10] Peng Z-R, Tsou M-H. *Internet GIS - Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks*. New Jersey: Wiley - John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [11] Mangabeira JAdC, Carvalho CAd, Oshiro OT. Disponibilização de Informações do Uso das Terras em Holambra com WebGIS. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2002.
- [12] Tang W, Selwood J. *Connecting our World - GIS Web Services*. Redlands: ESRI Press, 2003.
- [13] Tomlinson R. *Thinking About GIS - Geographic Information System Planning for Managers*. Redlands: ESRI Press, 2003.

[14] Foote KE, Kirvan AP. WebGIS. Vol. Unit 133: (NGCIA Core Curriculum in Geographic Information Science, 1997.

[15] Chang Y-S, Park H-D. XML Web Service-based development model for Internet GIS applications. International Journal of Geographical Information Science 2006(20:4):371-399.

Visor del Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas en España

Emilio López Romero

Ministerio de Vivienda, Paseo de la Castellana 112 (Madrid)

Resumen:El Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas en España 2006, promovido y editado por la Dirección General de Urbanismo y Política de Suelo del Ministerio de Vivienda, tiene como objetivo fundamental dar a conocer de forma territorializada, la situación en que se encuentran las zonas urbanas españolas con relación a una serie de parámetros como vivienda, servicios, infraestructuras o planeamiento urbanístico.

Este Atlas supone una expresión editorial del Sistema de Información Urbana (SIU) del Ministerio de Vivienda.

Sin embargo, hoy en día nos encontramos inmersos en lo que se conoce como la Sociedad de la Información, y en la que no tiene sentido la publicación impresa del Atlas si no es acompañada de un soporte electrónico que permita su visualización y tratamiento a través de dispositivos electrónicos.

Palabras claves: atlas, urbanismo, España, áreas urbanas, vivienda

1. Introducción

El Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas en España 2006, promovido y editado por la Dirección General de Urbanismo y Política de Suelo del Ministerio de Vivienda, tiene como objetivo fundamental dar a conocer de forma territorializada, la situación en que se encuentran las zonas urbanas españolas con relación a una serie de parámetros como vivienda, servicios, infraestructuras o planeamiento urbanístico.

Este Atlas supone una expresión editorial del Sistema de Información Urbana (SIU) del Ministerio de Vivienda.

Sin embargo, hoy en día nos encontramos inmersos en lo que se conoce como la Sociedad de la Información, y en la que no tiene sentido la publicación impresa del Atlas si no es acompañada de un soporte electrónico que permita su visualización y tratamiento a través de dispositivos electrónicos.

Del mismo modo, si se quiere publicar y difundir esta información de forma eficiente, llegando a la máxima audiencia y facilitando el acceso a la misma, no existe mejor herramienta que la realización de una aplicación Web accesible a través de Internet en el que se dispongan de forma clara y sencilla los contenidos principales del Atlas.

2. Características del visor

Las características principales del visor son:

- Interfaz atractiva y fácil de usar
- Interactividad del usuario con el sistema
- Facilidades de configuración y personalización por parte del usuario, adaptando el resultado a las necesidades del mismo.
- Escalabilidad (permite el crecimiento de la información accesible y del número de operaciones que el usuario puede ejecutar)

3. Aspecto de la aplicación visor y sus componentes

En la siguiente figura se muestra el aspecto general del visor:

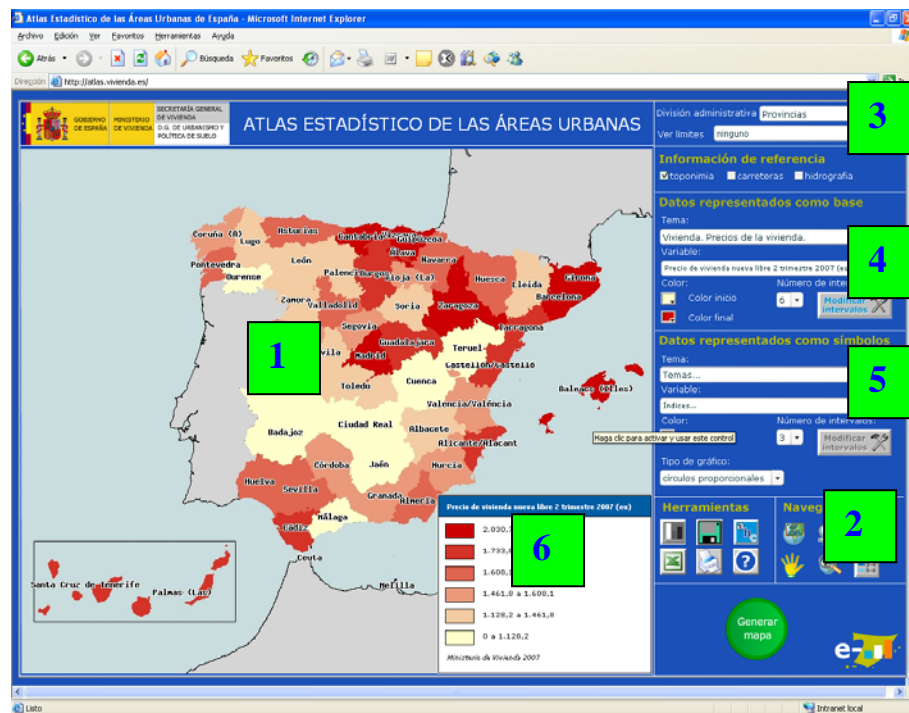


Figura 1 – Vista inicial del visor del SIU

El visor cuenta con los siguientes componentes principales:

1. Mapa o imagen principal
Lugar del visor donde se muestran los mapas estadístico solicitados.
2. Botones de navegación
Conjunto de funciones que permiten navegar por el mapa (acercar, alejar, desplazar,...).
3. Selección de límite administrativo
Componente que permite seleccionar el ámbito administrativo sobre el que se van a realizar el resto de operaciones.
4. Datos representados en segundo plano
Selección de los datos y la simbolización a representar como mapa de colores.
5. Datos representados en primer plano
Selección de los datos y la simbolización a representar como círculos o cuadrados proporcionales.
6. Botones de función
Botones que permiten acceder a las funciones principales del visor (visualizar mapa, ver leyenda o generar gráficos)

4. Funcionalidades que ofrece el visor

4.1. Navegación por los mapas

El visor cuenta con herramientas para acercar y alejar la imagen así como desplazamientos en cualquier dirección.

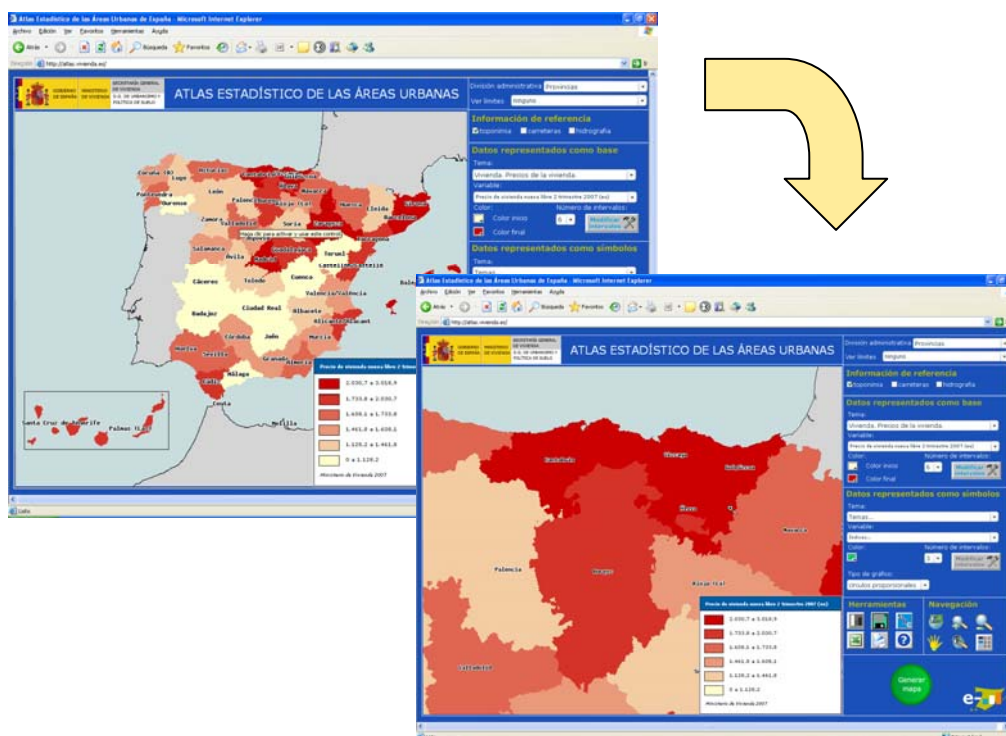


Figura 2 – Navegación a través del visor

4.2. Selección de límites administrativos

El visor cuenta con la posibilidad de obtener los mapas y los gráficos estadísticos utilizando como base diferentes límites administrativos (comunidad autónoma, provincia,...).

Además es posible elegir la opción de que estos límites administrativos sean visibles o no en el mapa.

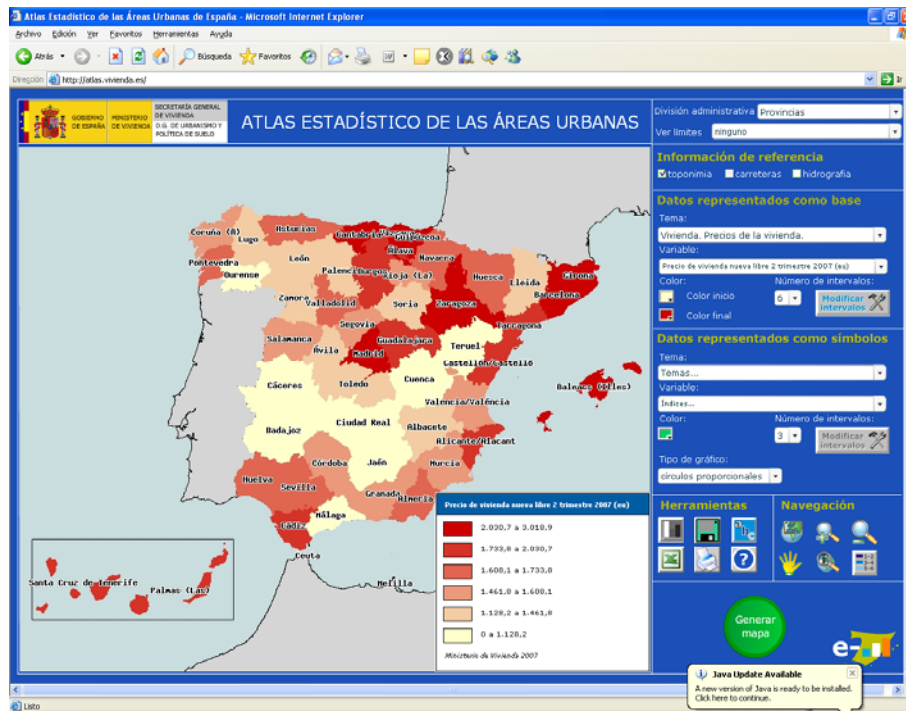


Figura 3 – Mapa autonómico de la población 2006

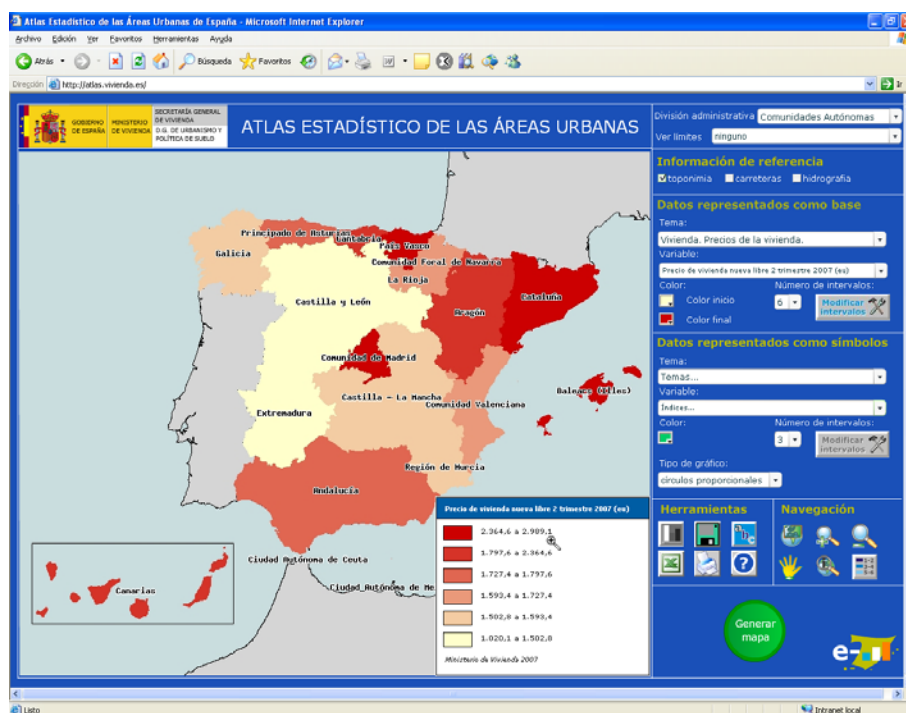


Figura 4 – Mapa provincial de la población 2006

4.3. Datos representados en segundo plano

Se pueden seleccionar dentro del conjunto de variables estadísticas disponibles, cual de ellas aparecerá representada como un mapa de colores.

Además es posible configurar la simbolización utilizada tanto en lo que se refiere al rango de colores como el número y los valores límites de los intervalos.

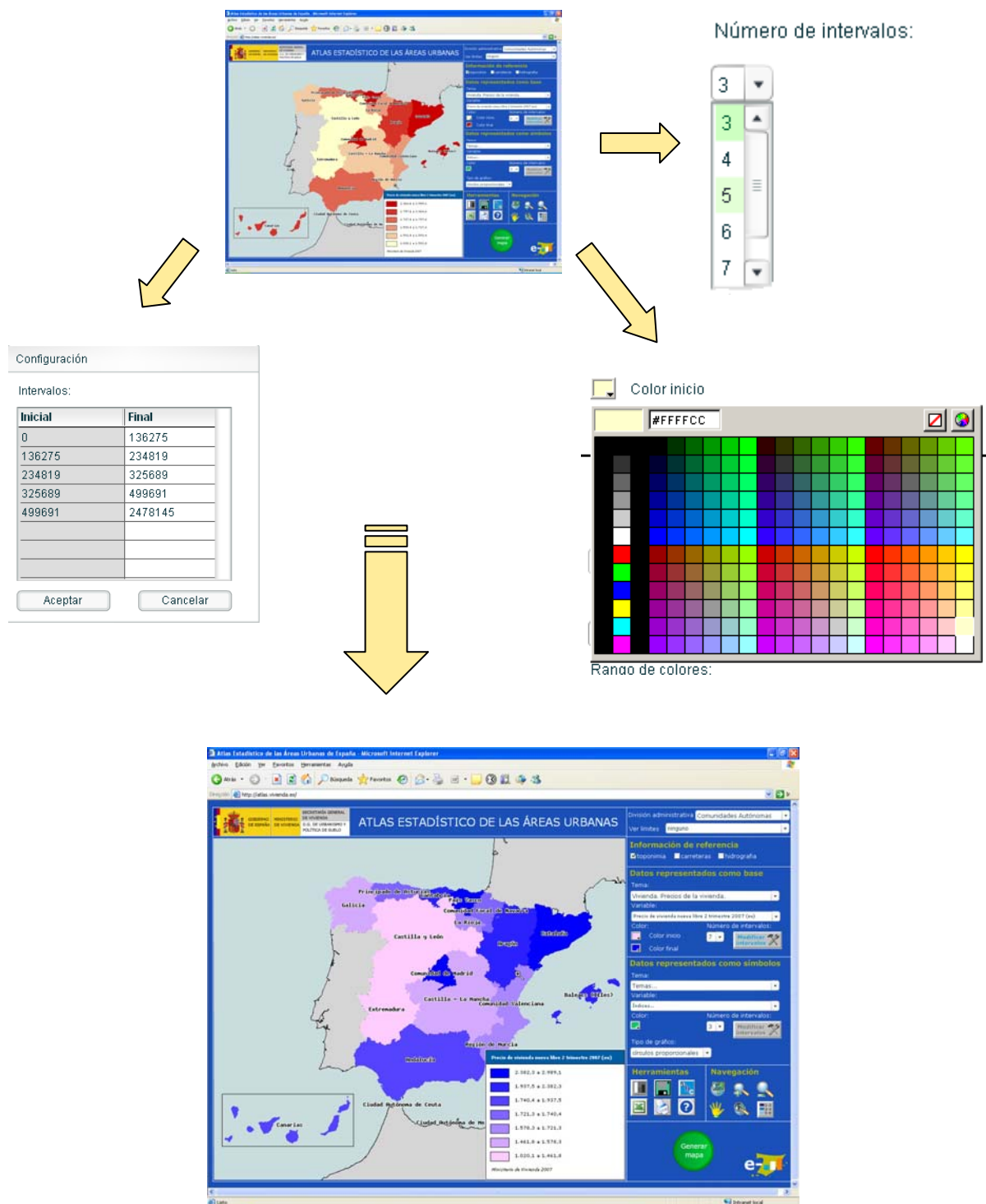


Figura 5 – Ajustes de la simbolización de mapas

4.4. Datos representados en primer plano

Se pueden seleccionar dentro del conjunto de variables estadísticas disponibles, cual de ellas aparecerá representada como círculos o cuadrados proporcionales.

Además es posible configurar la simbolización utilizada tanto en lo que se refiere a la forma, el rango de colores y los valores límites de los intervalos.

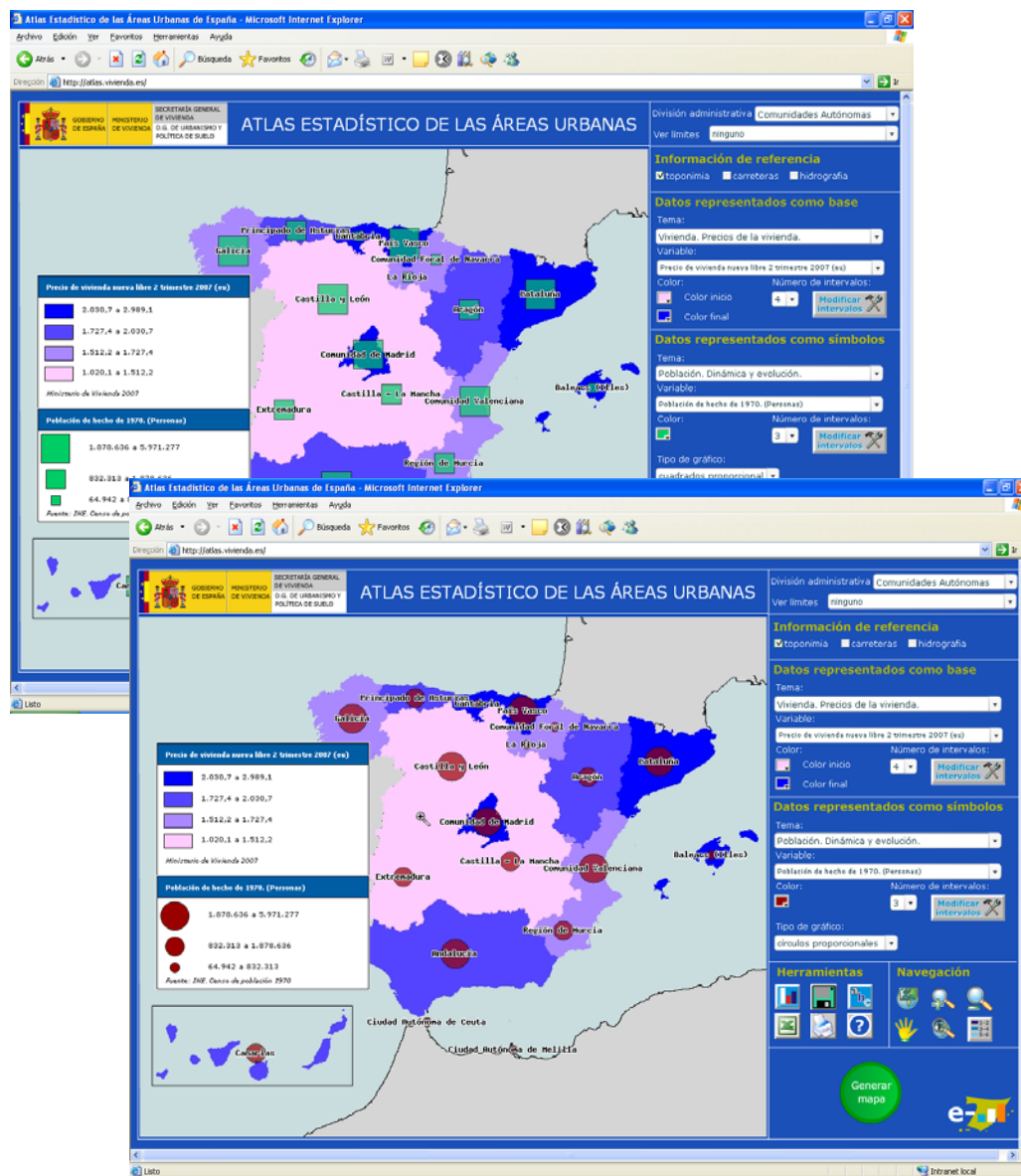


Figura 6 – Diferentes aspectos de la representación de variables en primer plano

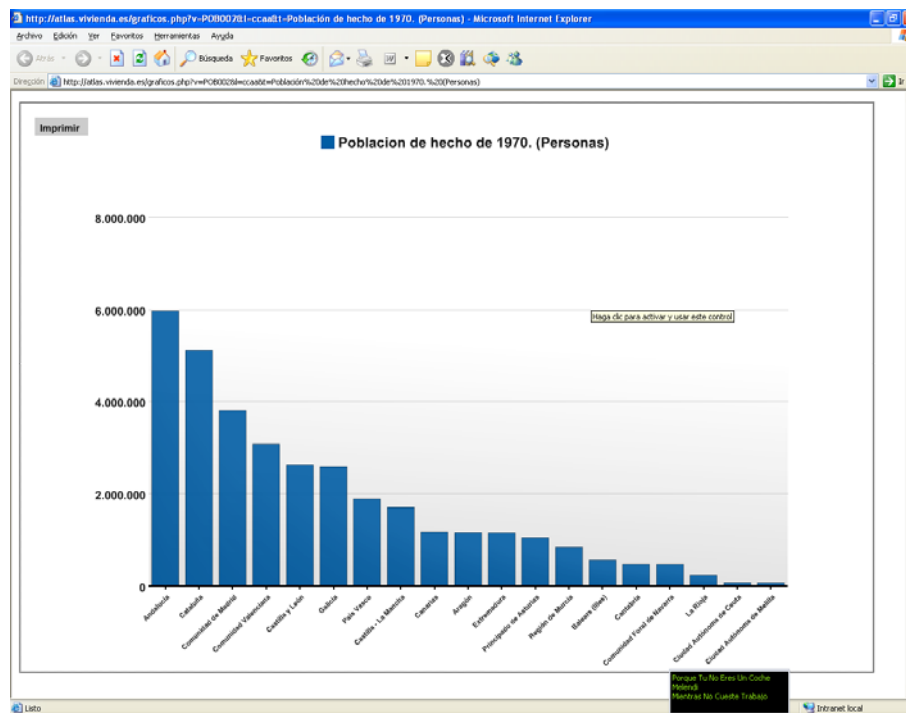


Figura 8 – Diagrama de barras que representa el mapa actual

5. El siguiente paso

Hoy en día existen muchos aspectos del Visor del Atlas Estadístico de las Áreas Urbanas en España que pueden y deben mejorarse para convertirlo en una herramienta completa, útil y fácil de utilizar.

A continuación se detallan algunos de los aspectos a mejorar y algunas de las ampliaciones previstas a incorporar en breve:

- Aumentar el número de variables estadísticas y clasificarlas según una taxonomía de temas relacionada con el urbanismo.
- Incrementar las posibilidades en cuanto a generación de gráficos, permitiendo nuevos tipos y más posibilidades de personalización y configuración de los mismos.
- Nuevas formas de representación y simbología para los mapas (sectores, barras, ...).
- Distribución de la aplicación en dispositivos de almacenamiento comunes (CD, DVD, USB,...)
- Importación de datos tabulares y representación de los mismo usando el visor

CartoCiudad: Base de datos oficial de red viaria nacional, de acceso público a través de servicios OGC.

Autores

Alicia González Jiménez - Instituto Geográfico Nacional - agjimenez@fomento.es

Juan Emilio Ayuso González - Instituto Geográfico Nacional - jeayuso@fomento.es

Ana Velasco Tirado - Instituto Geográfico Nacional - avelasco@fomento.es

Julián González García - Instituto Geográfico Nacional - jgonzalezg@fomento.es

Ángel García San Román - Instituto Geográfico Nacional - agsanroman@fomento.es

Sebastián Mas Mayoral – Instituto Geográfico Nacional – smas@fomento.es

Ministerio de Fomento
Instituto Geográfico Nacional
Subdirección General de Aplicaciones Geográficas
C/ General Ibáñez de Ibero, 3
28003 Madrid
ESPAÑA

Resumen

CartoCiudad es una base de datos oficial de la red viaria de ámbito nacional, con estructura topológica de SIG, que permite la navegación continua por todo el territorio español. Ha sido construida a partir de la armonización e integración de los datos aportados, principalmente, por organismos proveedores de Información Geográfica de la Administración General del Estado: la Dirección General del Catastro, el Instituto Nacional de Estadística, la Sociedad Estatal Correos y Telégrafos, y la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.

Este proyecto, iniciado en 2006 puede ser consultado a través de Servicios Web de visualización de mapas (WMS), consulta de entidades (WFS) y servicios de geoprocetamiento (WPS), desarrollados bajo las especificaciones OGC y contenidos tanto en su propia Web, como en la Web de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE).

Palabras clave

CartoCiudad, cartografía oficial, IDEE, callejero, servicios Web OGC, georreferenciación.

1.- Introducción

CartoCiudad es resultado de la integración y armonización de los datos aportados por diferentes organismos públicos (Dirección General del Catastro, Instituto Nacional de Estadística, Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos e Instituto Geográfico Nacional) que ha dado lugar a una base de datos de red viaria, información censal y postal, cuyo ámbito es todo el territorio nacional.

Este proyecto, que en principio podría definirse como *un callejero de ámbito nacional*, es algo más, no solo porque contemple información de otra índole (censal...) sino porque ha sido diseñado para ofrecer funcionalidades avanzadas de localización geográfica sobre cualquier lugar de España, a través de servicios Web.

Se trata de un proyecto ambicioso, planificado en tres años de producción (2006-2008) para alcanzar prácticamente el total de la población de España y cuya meta es su consolidación como cartografía de referencia en este ámbito. Para alcanzar esta meta, actualmente se están estudiando y experimentando metodologías para el mantenimiento y actualización de los datos que involucren la participación de los organismos públicos que actualmente colaboran y también de otras administraciones públicas a lo largo de los años.

Es importante destacar que aún después de la integración de los datos, cada organismo participante continúa siendo el responsable de la información aportada de modo que durante la generación de los municipios de CartoCiudad dichos datos no pueden ser modificados sin la previa autorización del organismo competente afectado.

2.- Proyecto CartoCiudad

2.1. Datos Originales

Los datos originales proceden de los organismos que, a nivel nacional, son los responsables del mantenimiento de los mismos. Éstos son los siguientes:

La **Dirección General del Catastro** (Ministerio de Economía y Hacienda), proporciona la base cartográfica urbana formada principalmente por **manzanas, parcelas y construcciones**. Tanto la geometría como las superficies de las entidades citadas permanecen invariantes en CartoCiudad tras las transformaciones de coordenadas y la adaptación de los atributos al modelo de datos de CartoCiudad.

Catastro también aporta los **ejes de calles**. En este caso, dado que no son datos de interés prioritario para Catastro, y en ocasiones no se actualizan a la misma velocidad que el parcelario, es necesario completarlos y adaptarlos a la red viaria interurbana. Para realizar estas operaciones se utilizan otras fuentes de datos oficiales, como las ortofotografías procedentes tanto del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) o, en su defecto, las del Sistema de Información Geográfico de la Política Agraria Comunitaria (SIGPAC).

Finalmente, Catastro también contribuye con la aportación de los **números de policía de las parcelas** (portales) georreferenciados, que son contrastados con los provenientes de las otras fuentes, la **toponimia** urbana de relevancia y otras líneas auxiliares que complementan la estructura urbana de las ciudades.

El **Instituto Nacional de Estadística** (Ministerio de Economía y Hacienda) es el organismo encargado de delimitar los seccionados censales electorales (**distritos y secciones censales**). Dicha información es directamente integrada en el proyecto (sin edición geométrica alguna), a partir de la transformación de coordenadas requerida y de la adaptación sus atributos al modelo de datos de CartoCiudad.

El aspecto más relevante aportado por **Estadística** es la denominación oficial y tipología de los viales urbanos.

La **Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos** (Ministerio de Fomento) proporciona la relación de correspondencia de cada dirección postal (calle y número) con el código postal al que pertenece. Ésta es la información original a partir de la que se trazan los polígonos de distritos postales de CartoCiudad.

El **Instituto Geográfico Nacional** (Ministerio de Fomento) es el encargado de aportar a CartoCiudad los **viales interurbanos** (autopistas, carreteras, caminos), procedentes todos ellos de la Base Cartográfica Numérica a escala 1/25.000 (BCN25), que dotan de continuidad al callejero. También aporta la delimitación de los **términos municipales**, obtenidas de su Registro Central de Cartografía.

Además, se utilizan las **ortofotografías del PNOA** como fondo cartográfico para testear el estado de los datos originales aportados y también para desarrollar las tareas de actualización de los mismos.

Debido a que la Comunidad Foral de Navarra y el País Vasco tienen sus propios organismos estadísticos y de catastro, los datos relativos a estos temas en dichas comunidades, se obtienen directamente de sus respectivas oficinas.

2.2. Producción: Generación de capas de CartoCiudad

El Instituto Geográfico Nacional, además de ser el encargado de la dirección y gestión del proyecto, es el organismo que se ocupa de la recopilación de los datos de partida y de su integración y armonización para que cumplan el modelo de datos propio del proyecto CartoCiudad. Tras el procesamiento de los datos originales, los bloques de información que se obtienen son los siguientes:

- Mapa de divisiones administrativas de municipios, provincias y comunidades autónomas extraídas del Registro Central de Cartografía incluyendo sus códigos INE y sus nombres oficiales.
- Cartografía urbana formada por manzanas, parcelas, construcciones y líneas auxiliares (ej. aceras). En el caso de las parcelas, además de su información geométrica, tienen asociado el valor de la referencia catastral e información sobre el tipo de cobertura (obtenido en función de la generalización del tipo de cobertura de las subparcelas que las forman) que poseen. Por su parte, las construcciones tienen asociado un tipo de cobertura simplificado a partir de la naturaleza de la subparcela catastral. Finalmente, el fondo urbano es completado con los topónimos y portales procedentes de la cartografía catastral urbana.
- Red de carreteras y calles, con topología de red, generada a partir de los ejes de la BCB25 en caso de las vías interurbanas, y de la cartografía catastral urbana en el caso de las vías urbanas.
- Mapa de códigos postales procedentes de los callejeros (listados de números de portal y calles y su relación con los códigos postales) procedentes de la Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos.
- Mapa de distritos y secciones censales procedentes del INE.

La producción se lleva a cabo en el IGN, excepto en el caso de la Comunidad Foral de Navarra, la Valenciana y el País Vasco, en las que son sus propios servicios cartográficos quienes realizan la producción de CartoCiudad de acuerdo con el modelo de datos y en sintonía con el pliego de prescripciones técnicas que rige para el resto de la producción.

2.3. Control de Calidad

Una vez que los productores integran y generan las distintas capas de información que componen CartoCiudad, éstas son sometidas a un estricto control de calidad que verifica que la cartografía generada cumple con los requisitos exigidos tanto en el pliego de prescripciones técnicas como en la norma de entrega y en la especificación de control de calidad del proyecto.

Los controles de calidad de CartoCiudad comprenden la comprobación de conformidad con la norma de entrega del producto, la carga de los datos en una base de datos Oracle con las extensiones espaciales (SDO) para realizar los controles (similar a la de explotación) y el análisis exhaustivo de los datos teniendo presentes los aspectos geométricos, topológicos, semánticos y de completitud.

- Los controles geométricos verifican que las transformaciones de coordenadas aplicadas sobre los datos originales para generar CartoCiudad son correctas. Así, se verifica que los portales se encuentran geométricamente sobre el perímetro de las parcelas en las zonas urbanas o en los propios viales en las interurbanas, la existencia de portales huérfanos y el sentido de digitalización de los tramos que conforman la red viaria.
- Los controles topológicos verifican la continuidad analítica de los viales, la ausencia de portales no contenidos en secciones censales o en distritos postales, la ausencia de manzanas, parcelas o construcciones duplicadas.
- Los controles semánticos verifican: que las codificaciones de los atributos alfanuméricos asociados a las capas se encuentran en los dominios esperados, la correspondencia de identificadores entre capas, y, fundamentalmente, la correcta correspondencia de las denominaciones y tipologías de viales asignadas a las geometrías de la Dirección General del Catastro respecto al Instituto Nacional de Estadística.
- Los controles de completitud verifican que todos los atributos alfanuméricos obligatorios han sido cumplimentados y que se ha integrado toda la información proporcionada a los productores.

La definición de los controles de calidad y la creación de la aplicación que automatiza y gestiona los procesos se ha realizado en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid a través del laboratorio de tecnologías de la información geográfica (LatinGEO). La aplicación de escritorio desarrollada integra, en base a un conjunto de vistas, la gestión de los expedientes (altas, bajas, etc.) y de las entregas y versiones, la carga de los datos suministrados en soporte óptico a la base de datos Oracle, los procedimientos que realizan los controles de calidad, la gestión de las incidencias y los errores, y la exportación de datos desde Oracle SDO a archivos.

Existen tareas que no pueden ser automatizadas totalmente y se precisa que un operador realice un proceso de revisión manual y algunos procesos de postproducción simples. Los datos, una vez validados, se integran en la base de datos de explotación cuya estructura es idéntica a la de control aunque la información contenida en la última es el total del proyecto frente a las unidades de producción del primero.

La siguiente figura muestra la apariencia de la aplicación desarrollada. En ella se puede apreciar en la parte izquierda el árbol que conforma la estructura y contenido de las entregas de producción. En su parte central se observa la forma

en que se selecciona el expediente y versión de entrega a controlar y la mecánica de ejecución de los controles. La herramienta incorpora las utilidades necesarias para generar informes en forma de archivos PDF, listados en forma de rejilla y exportación en archivos de SIG de las incidencias detectadas por los distintos controles.

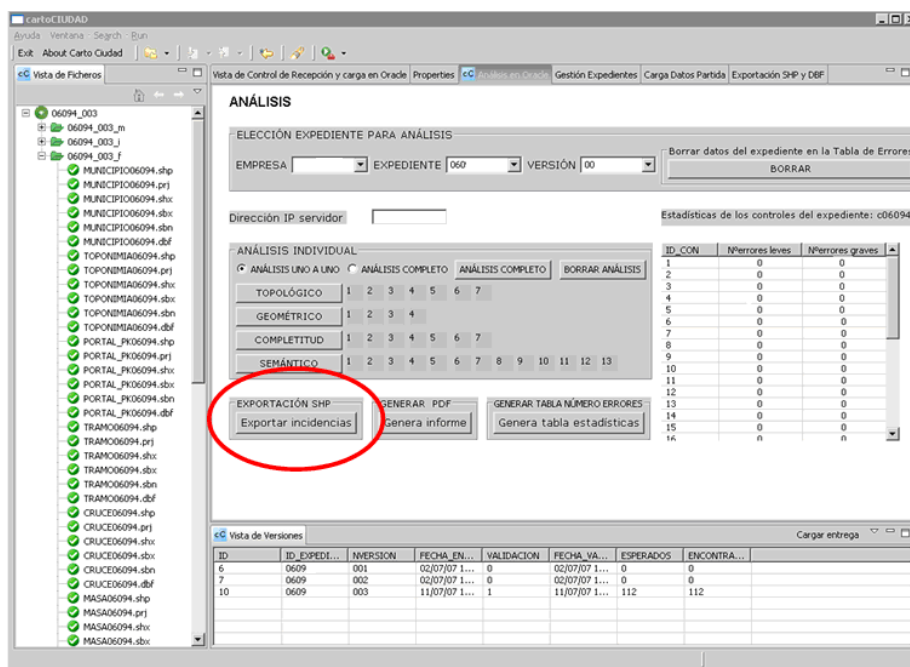
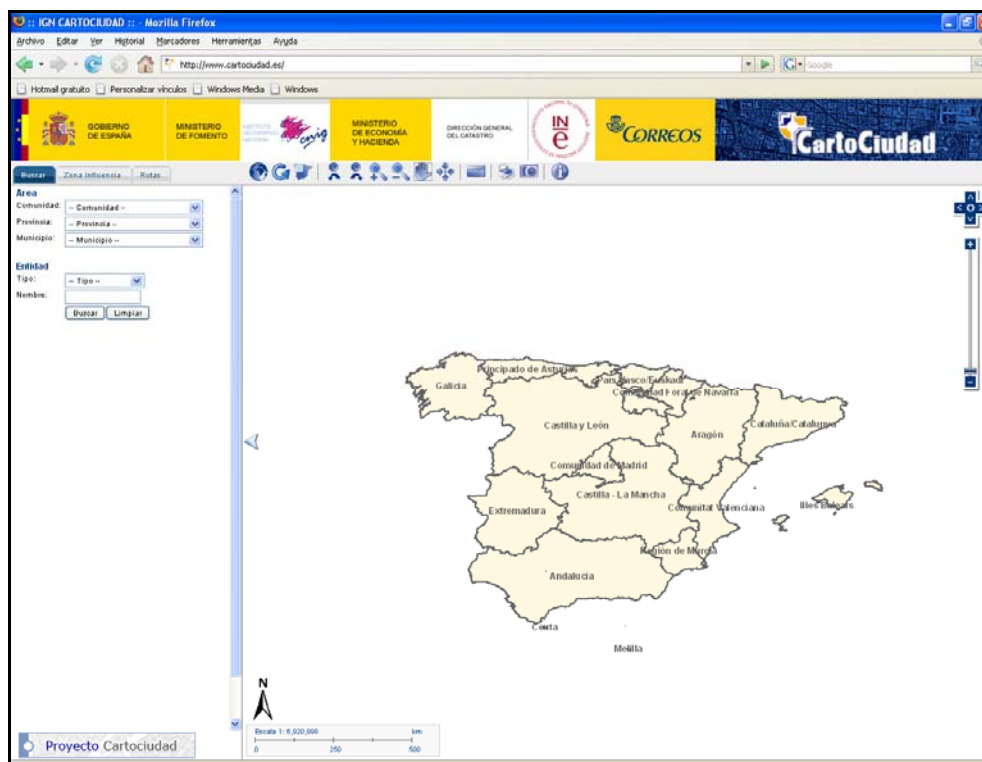


Imagen de la aplicación de los procesos automáticos del control de calidad

Como ya se mencionó anteriormente, la responsabilidad sobre la información aportada por cada organismo participante en CartoCiudad es de dicho organismo y es competencia suya la validación y la actualización de su información. En los procesos de integración y formación de CartoCiudad los productores no pueden modificar los datos originales (salvo que el organismo correspondiente lo haya autorizado previamente). Si durante la integración de los datos se detectan discrepancias entre los datos, carencias, falta de actualización de la información original, etc., dichas incidencias son reportadas a los organismos responsables de los datos, de forma que el proyecto sirve de retroalimentación a todos los participantes.

2.4. Servicios Web de CartoCiudad

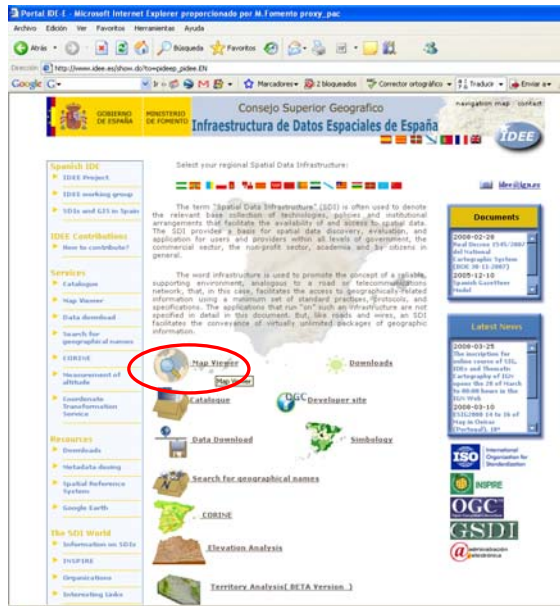
CartoCiudad ha sido diseñado para poder ser accesible y explotable a través de diferentes Servicios Web Estándar, desarrollados según las especificaciones de Open Geospatial Consortium (OGC).



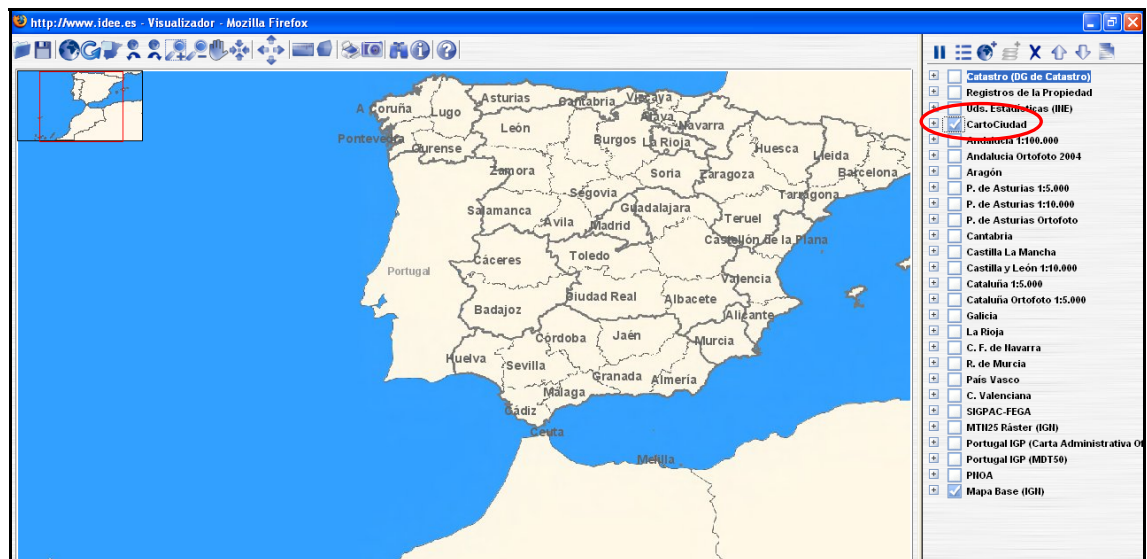
www.cartociudad.es

Actualmente ya se encuentra operativo vía Internet de modo que es posible acceder a sus datos y los siguientes servicios a través de su propio Geoportal: www.cartociudad.es:

- **Servicio de Mapas:** Desarrollado siguiendo la especificación WMS (Web Map Service) de OGC, permite las operaciones de visualización (*GetMap*), obtención de información de sus elementos (*GetFeatureInfo*) e información del servicio (*GetCapabilities*). Debido a que es un servicio estándar, también es posible invocarlo desde los visualizadores de otros sistemas GIS que admitan este tipo de servicio, como puede ser por ejemplo el visualizador de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), www.idee.es. La dirección URL de llamada al servicio WMS de CartoCiudad es: <http://www.cartociudad.es/wms/CARTOCIUDAD/CARTOCIUDAD>

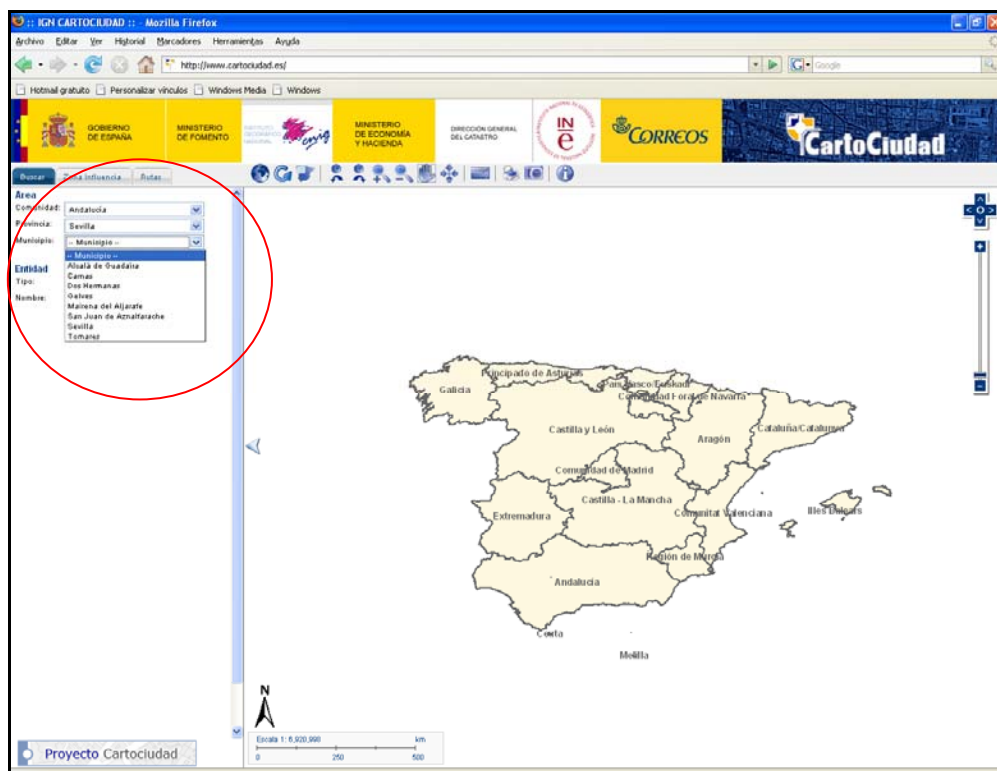


www.idee.es

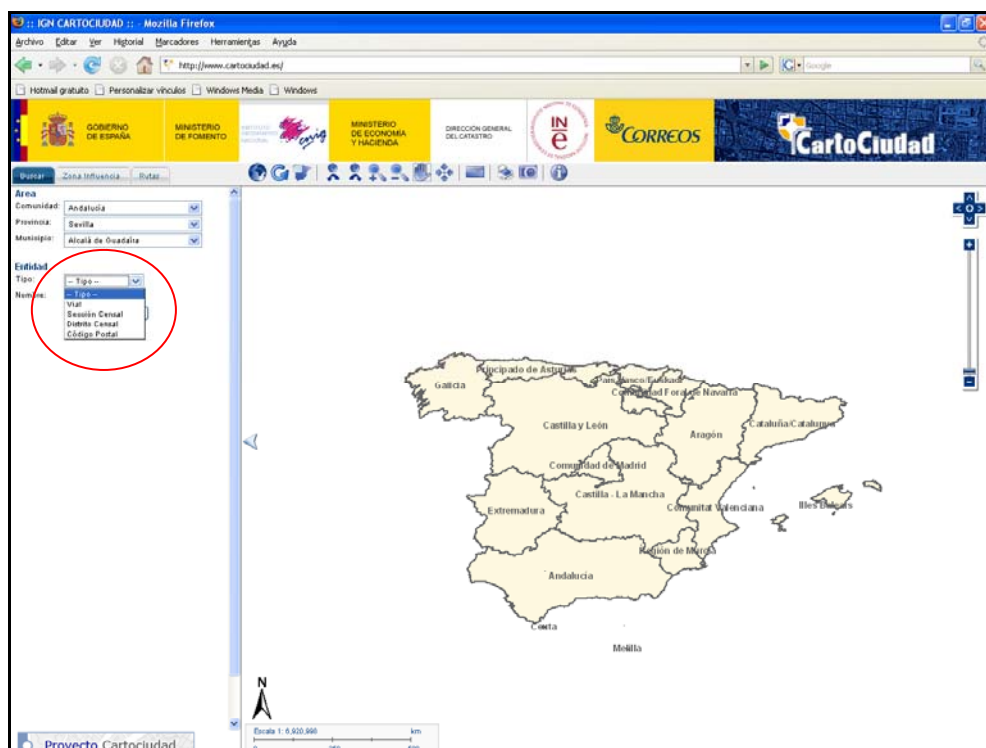


Visualizador de Idee

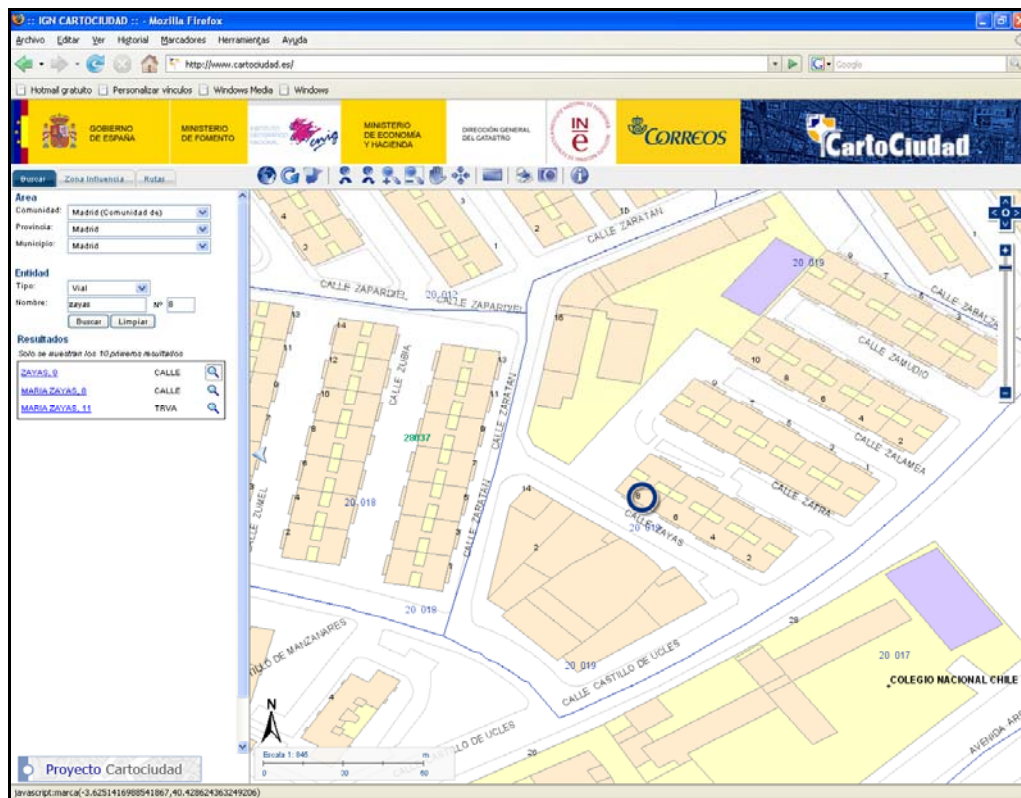
- **Servicio de Nomenclátor:** Cumpliendo la especificación WFS (Web Feature Service) para el Modelo de Nomenclátor de España (MNE), permite realizar localizaciones geográficas a través de la especificación de la dirección postal que identifica al punto (calle y número de portal) o de la carretera y punto kilométrico en el que éste se encuentra. Además también es posible localizar las entidades de código postal y de distrito y sección censal. En cualquier caso la búsqueda es de carácter jerárquico es decir es necesario indicar las distintas entidades territoriales dentro de las que se ubica el punto de consulta: comunidad autónoma, provincia y municipio.



Especificación de las entidades territoriales de búsqueda

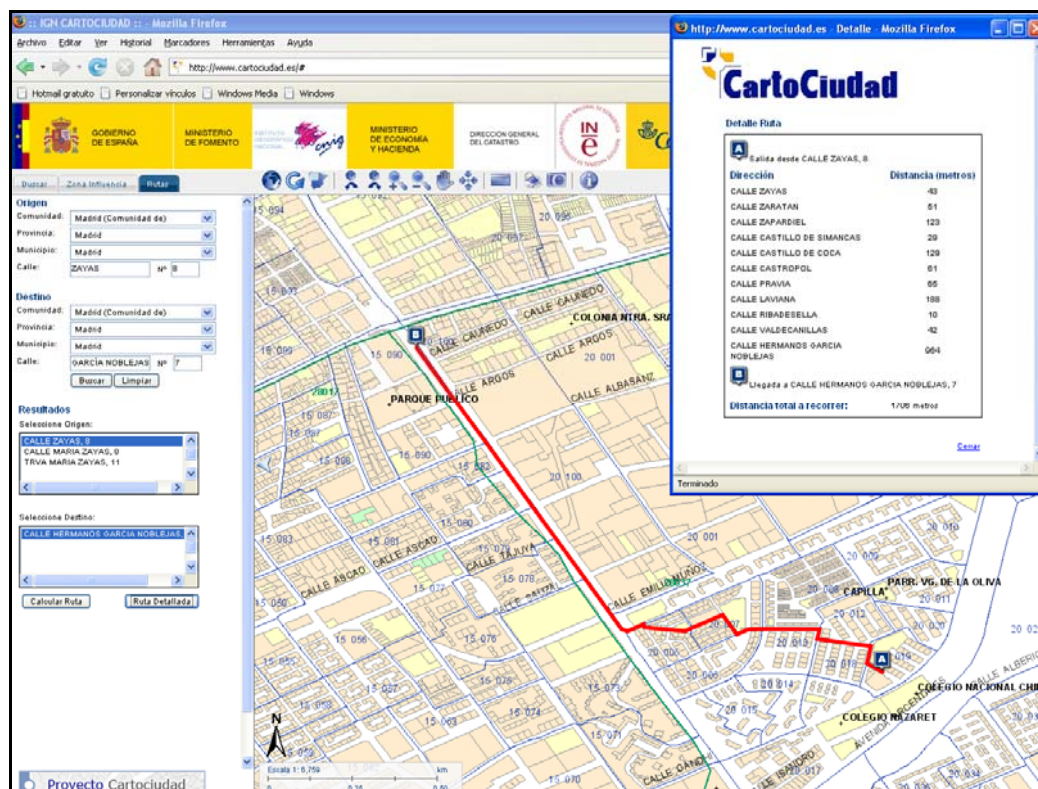


Tipos de entidades disponibles para consultar



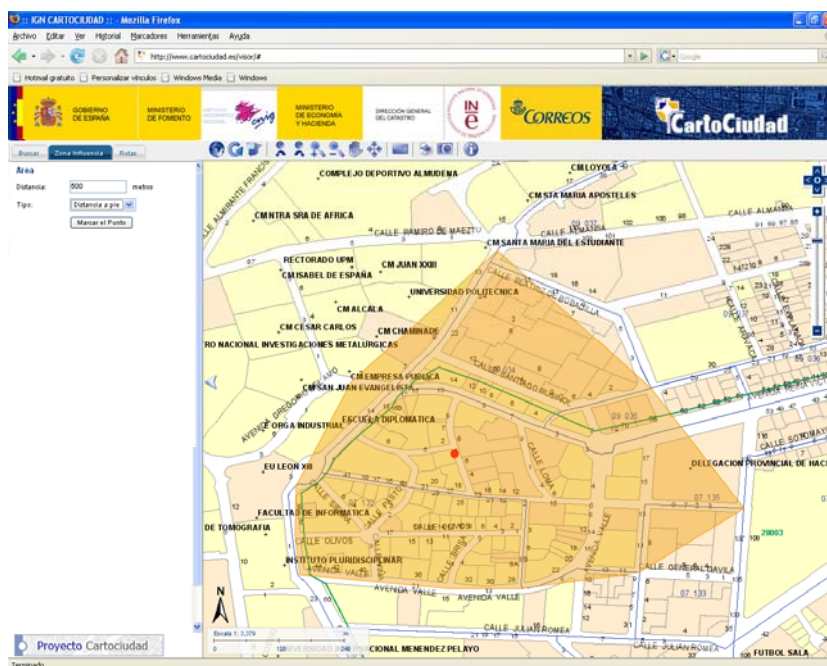
Resultado de la localización de una dirección postal

■ **Cálculo de Rutas:** Basado en la especificación WPS (Web Processing Service) de OGC, y calcula el recorrido a pie entre dos puntos distribuidos por todo el territorio nacional. El servicio proporciona la representación de la ruta solicitada y la descripción del trazado a seguir (distancia a recorrer sobre cada vía que compone el recorrido). Estas rutas entre dos puntos pueden ser definidas bien por sus direcciones postales: municipio, vía y portal o bien a partir de los puntos kilométricos de dos carreteras, dentro del mismo municipio o entre municipios diferentes. Además, dichas rutas podrán descargarse en formato GML (Geographic Mark-Up Language) para ser utilizarlas en diferentes dispositivos móviles (PDA, teléfonos móviles...) o en aplicaciones de escritorio de propósito general.



Ejemplo de cálculo de ruta

- **Áreas de Influencia:** Servicio basado también en la especificación WPS que calcula las ocurrencias de un mismo tipo de entidad dentro del área definida a partir de un punto señalado en el mapa y de la distancia máxima que define el polígono de búsqueda. Admite dos tipos de distancias: lineal y Manhattan (según el trazado geométrico de los tramos de las calles).



Ejemplo de cálculo de área de influencia

3. CartoCiudad en otros proyectos

El hecho de que CartoCiudad sea una base cartográfica a gran escala con información oficial que abarcar toda España y esté disponible mediante servicios interoperables permite a distintos organismos y entidades poder utilizarla como cartografía de referencia para, sobre ella, generar sus propios servicios de valor añadido. Este es el caso del **proyecto Georreferenciación**.

Georreferenciación es un proyecto promovido por el Ministerio de Administraciones Públicas junto con el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio que ofrece un servicio público al ciudadano facilitándole la localización de oficinas públicas de diferentes organismos que colaboran en el proyecto. Sobre la cartografía de CartoCiudad se georreferencian las oficinas y se publican a través de servicios Web similares a los de CartoCiudad, permitiendo al ciudadano encontrar la oficina más próxima y calcular la ruta que ha de seguir para llegar a ella.

También existe otro proyecto en desarrollo promovido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio que utiliza CartoCiudad como la información de referencia sobre la que georreferenciar las **estaciones de servicio** distribuidas por todo el territorio nacional a puntos a los que vincula datos de interés general (precio del combustible, etc).

4. Estado del Proyecto CartoCiudad

Hasta el momento se ha producido y validado el proyecto CartoCiudad para los ayuntamientos con una población mayor de 50.000 habitantes, áreas metropolitanas y otros municipios que aseguraran la homogeneidad y la continuidad de la información. En total se ha dado cobertura al 50% de la población española. Se trata de la producción que actualmente se encuentra disponible.

Además durante el año 2007 se han generado los municipios de entre 50.000 y 10.000 habitantes, y en algunas comunidades autónomas se ha llegado hasta completarlas, como es el caso por ejemplo de Murcia, Canarias o La Rioja, así como las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla. Actualmente toda esta producción se encuentra en la fase de control de calidad y a mediados de 2008 también estará disponible a través de los servicios implementados.

La fecha de finalización estimada para la finalización de la integración de todos los datos armonizados en base a la información aportada por las administraciones públicas implicadas es final de 2008, momento en que se espera cubrir prácticamente toda España.

Por su parte, el Instituto Cartográfico Valenciano (ICV), trabajando en colaboración con el IGN, está integrando toda la información de CartoCiudad correspondiente a todos sus municipios de forma simultánea y tiene como objetivo su consecución este mismo año. Por su parte, la Comunidad Foral de Navarra y la Comunidad del País Vasco también se han comprometido a realizar los trabajos correspondientes en sus ámbitos territoriales respectivos.

Recientemente ha sido abierto del Geoportal del proyecto CartoCiudad y ya se encuentran disponibles al público los servicios Web de explotación de los datos. Además, el servicio WMS también puede ser cargado a través de la IDEE.

Actualmente, además estar produciendo la mayoría de los municipios restantes no ejecutados hasta ahora, se está definiendo la metodología de actualización en la que, además de colaborar los organismos iniciales, también participarán organismos de otras administraciones públicas.

Otra de las líneas de trabajo de este equipo, en el campo de los callejeros, es su participación en la propuesta de un proyecto europeo de normalización de direcciones, conjuntamente con otros organismos y empresas españolas, cuya consecución sería un gran avance para el campo de mapas callejeros y direcciones en España y en toda Europa.

5.- Conclusiones:

- Colaboración entre administraciones.
La palabra que posiblemente mejor define al proyecto CartoCiudad es COLABORACIÓN, entre distintos organismos públicos. Gracias a esta actitud de trabajo se ha conseguido aunar esfuerzos, minimizar costes y avanzar en la línea establecida en la directiva INSPIRE
- Algo más que integración de datos existentes.
La armonización e integración de los datos aportados por diferentes las fuentes ha generado un producto de valor añadido ya que ha permitido unificar distintos datos dispersos, detectar incoherencias y la georreferenciación de datos que no disponían de base cartográfica (nombres de calles, códigos postales).
- Acceso libre a todos los ciudadanos. (www.cartociudad.es)
CartoCiudad ha sido diseñado para ofrecer una difusión abierta de los datos, facilitando el acceso de los ciudadanos a los mismos. Todo ello a través de diferentes servicios Web que garantizan la interoperabilidad al estar desarrollados según las especificaciones del consorcio OGC.
- Es un proyecto de ámbito nacional que pretende tener continuidad temporal por lo que considera imprescindible involucrar y hacer participar a otras administraciones en su mantenimiento y actualización.
- La vocación de este proyecto es la de convertirse en un servicio público próximo al ciudadano y a la vez ser la herramienta oficial de explotación de red viaria nacional.

Geoportal do Norte Alentejano

NUNES, Dália*, PATRÍCIO, Joana*, SERRA, Luís* e SILVA, André**

* Associação de Municípios do Norte Alentejano
Praça do Município, 10
7300-110 Portalegre
dalia.nunes@amna.pt

** Novageo Solutions S.A.
Pólo Tecnológico de Lisboa, Lote 1 – Estrada do Paço do Lumiar
1600-546 Lisboa
andre.silva@novageo.pt

Resumo

A Associação de Municípios do Norte Alentejano, em colaboração com a empresa Novageo Solutions, está a implementar o Geoportal do distrito, que constituirá um repositório centralizado de toda a informação geo-referenciada da região, sobre o qual várias aplicações e serviços web (WMS, WFS) serão disponibilizados aos técnicos e municípios em geral. Este Geoportal, que corresponde também a um dos nós da Infraestrutura de Dados Espaciais do Projecto Transfronteiriço OTALEX, e que tem como principal inovação a actualização cartográfica on-line e dispositivos móveis, será essencial como suporte ao processo de planeamento e decisão, mas também como meio de promoção da região.

Palavras-Chave: Geoportal intermunicipal, actualização cartográfica, dispositivos móveis, cooperação transfronteiriça

Introdução

A informação cartográfica assume cada vez mais uma importância fundamental quer como suporte ao processo de planeamento e decisão, quer como instrumento informativo para uma população cada vez mais sensibilizada para a sua importância. Tendo em conta as situações referidas, a existência de um Geoportal centralizado na Associação de Municípios do Norte Alentejano (AMNA), permitirá responder às necessidades dos Municípios associados, dos seus munícipes e da população em geral.

No âmbito do projecto de instalação de um WebSIG para a região do Norte Alentejano, a Novageo Solutions implementou um Geoportal que tem como finalidade a disponibilização de uma série de aplicações WebSIG destinadas a técnicos, decisores e população em geral. Desta forma, caracteriza-se por uma arquitectura centralizada na infra-estrutura da Associação Portalegre Distrito Digital. Toda a informação geográfica e cartográfica existente na AMNA e nos municípios associados foi carregada numa base de dados espaciais (PostgreSQL¹), tendo a Novageo Solutions desenvolvido várias aplicações web que permitem responder às necessidades identificadas, nomeadamente:

- Centralizar toda a informação cartográfica existente numa única base de dados espacial;
- Constituir um SIG tendo por base a informação cartográfica às escalas 1:2000 e 1:10000 existente na AMNA;
- Promover a região do Norte Alentejano através de um roteiro municipal digital;
- Aumentar a eficiência de determinados serviços prestados pela administração local, nomeadamente no âmbito dos processos de loteamento, obras ou outro em que a emissão de plantas de localização seja necessária;
- Disponibilizar os Planos Directores Municipais e outros planos de

1 Base de dados PostgreSQL com extensão postgis para dados georeferenciados

ordenamento em ambiente web;

- Integrar informação cartográfica na Infra-estrutura de Dados Espaciais (IDE) do projecto transfronteiriço OTALEX (Observatório Territorial Alentejo Extremadura);
- Editar on-line a cartografia multicodificada;
- Disponibilizar informação e serviços via Internet e dispositivos móveis para os municípios associados e população em geral, facilitando a prestação de serviços por parte dos Municípios e promovendo o conhecimento e divulgação do território;
- Implementar acessos diferenciados por município e por perfil de acesso a cada uma das aplicações.

1 – Estrutura do WebSIG do Norte Alentejano

Face à informação geográfica disponível e às necessidades existentes na AMNA e nos municípios seus associados, foi definido um conjunto de aplicações *web* que deveriam integrar o WebSIG do Norte Alentejano. Através do Geoportal podem ser acedidos os diversos módulos que dão resposta às necessidades apontadas.

1.1 – Módulo de Plantas de Localização

Este módulo permite aumentar a eficiência de determinados serviços prestados nos municípios associados da AMNA, nomeadamente no âmbito dos processos de loteamento, obras ou outro em que a emissão de plantas de localização seja necessária. Concretamente, este módulo proporciona a automatização do processo de impressão de plantas de localização utilizadas na instrução dos processos de obras, loteamentos, demolições, etc.

O sistema será acessível a todos os municípios via *Internet* embora algumas funcionalidades estejam disponíveis apenas para técnicos da AMNA e dos municípios

associados, nomeadamente impressão e outras tarefas de gestão associadas ao módulo. Outras funcionalidades relevantes são:

- Administração em *back office* de todas as variáveis intervenientes nos processos (histórico, tipo de pedido, temas geográficos associados a cada pedido, personalização de padrões de legenda, etc.);
- Registo de todas as saídas gráficas efectuadas, permitindo pesquisa e reprodução de pedidos guardados no histórico;
- Desenho e registo da área de pretensão sobre ortofotomapas no caso de inexistência desta no cadastro;
- Possibilidade de impressões rápidas para apoio a processos, não definidos em *back office*;

1.2 – Módulo de Consulta ao PDM

Este módulo tem como função facilitar a consulta das diversas cartas do PDM dos municípios associados, tendo por base a cartografia de base existente. Depois de identificada, a área de pretensão é automaticamente cruzada com a carta do PDM seleccionada, obtendo-se o valor das áreas resultantes da intersecção e possibilitando a impressão on-line desta informação. Esta impressão poderá servir como uma primeira aproximação à viabilidade de transformação do espaço.

Este módulo oferece uma solução ideal para o exposto no Decreto-Lei n.º 56/2007, de 31 de Agosto, permitindo aos munícipes consultarem na *Internet* todos os Planos Municipais de Ordenamento do Território vigentes no município.

O módulo disponibiliza, igualmente, a consulta *online* dos regulamentos internos associados a cada uma das classes de espaço do PDM.

1.3 – Módulo de Mapas Estatísticos

O módulo de mapas estatísticos permite a representação espacial de informação estatística, disponibilizando uma ferramenta expedita de visualização de desequilíbrios entre as subdivisões administrativas dos municípios.

Toda a informação estatística existente na AMNA e nos municípios seus associados, bem como a informação proveniente de projectos em que a AMNA é parceira (Ex: Projecto OTALEX), será integrada e disponibilizada aos munícipes.

O módulo permite efectuar pesquisas por divisão administrativa ou por variável estatística, assim como avaliar a evolução temporal das variáveis estatísticas, nos casos em que existem dados para mais do que um ano de referência.

1.4 – Módulo de Equipamentos

Módulo que possibilita a consulta de informação relativa aos vários tipos de equipamentos colectivos, actividades comerciais e serviços existentes no município. Permite a obtenção expedita de vários dados associados ao serviço pesquisado, tais como, morada, telefone, CAE, nome, entidade, fotos, etc.

Para além da informação já existente, alguns dos dados geográficos temáticos poderão ser adicionados ao sistema no futuro, dados estes que provirão de levantamentos que estão a ser realizados no âmbito de outros projectos em que a AMNA é parceira.

1.5 – Módulo Roteiro Municipal

O Roteiro Municipal disponibiliza um banco de informação geográfica de caracterização do território, oferecendo possibilidade de pesquisa e visualização da rede viária, cadastro predial, comércio, serviços, equipamentos e pontos de interesse turístico existentes. Através deste módulo poderão ser realizadas pesquisas por

proximidade por definição de um ponto e do raio de pesquisa e poderá ser realizado o cálculo de percursos óptimos entre dois pontos definidos pelo utilizador.

Para além das funcionalidades de roteiro que poderão constituir um instrumento importante para a divulgação turística da região, este módulo procura também funcionar como uma forma de aproximação entre os munícipes e os serviços municipais. Assim, este módulo oferece aos munícipes a possibilidade de georeferenciação de qualquer anomalia ou sugestão (relacionada por exemplo com iluminação, pavimento ou abastecimento de água) identificada no território do município, de modo a que os serviços municipais tomem conhecimento do problema. Esta funcionalidade será disponibilizada mediante identificação do utilizador.

1.6 – Módulo de Edição de Cartografia Multicodificada (*ngMulticod*)

Este módulo constitui uma aplicação *web* para gestão e actualização de cartografia multicodificada. A multicodificação, enquanto conceito de modelação de dados cartográficos, procura representar a informação geo-espacial de uma forma eficaz, que reduz a redundância na representação dos dados e torna o trabalho relacionado com a sua manutenção não só menos redundante e propenso a erros como também mais produtivo, sendo utilizadas as ferramentas apropriadas.

Até recentemente, as aplicações destinadas à edição de cartografia multicodificada existiam somente em ambientes *Desktop* nomeadamente embebidas em aplicações CAD e SIG. No entanto, as aplicações baseadas na *web* são igualmente apropriadas para edição deste tipo de cartografia. A aplicação *ngMulticod* é disso prova, destacando-se pelas suas características inovadoras no sentido de transpor para ambiente *web* conceitos que existiam apenas em ambiente *desktop*.

Entre as funcionalidades desta aplicação destacam-se as seguintes:

- Visualização e leitura:
 - Visualização de elementos gráficos com representação do código com maior prioridade;
 - Visualização da lista de códigos de um dado elemento gráfico;
 - Relatórios estatísticos sobre dados cartográficos de uma dada área.
- Edição:
 - Adição e remoção de códigos de um determinado elemento;
 - Apagar ou adicionar um novo elemento gráfico, através de edição no interface *web*;
 - Alteração geométrica de elementos gráficos (por exemplo mover ou apagar um ponto de uma linha), através do interface *web*.
- Funcionalidades adicionais:
 - Carregamento da cartografia multicodificada em formato *Microstation DGN* para uma base de dados espacial centralizada;
 - Gestão de catálogo de objectos associado à cartografia, permitindo o carregamento e a edição on-line
 - Operações topológicas que permitem a transformação de cartografia multicodificada em dados espaciais com diferentes *layers*, permitindo a utilização nos SIG *desktop* mais comuns, ou por outras palavras, integração da cartografia multicodificada em ambiente SIG;
 - Edição web dos atributos alfanuméricos referentes a cada uma *layers* (polígonos, linhas e pontos) extraídas da cartografia multicodificada.
 - Construção do modelo de dados associado a cada layer de informação geográfica;
 - Edição de informação alfanumérica associada a cada uma das *layers* de informação geográfica;

Este módulo, pelas funcionalidades acima descritas, contribui efectivamente para a implementação de um ambiente *web* colaborativo, que permite que a AMNA e os municípios associados possam contribuir para a actualização da cartografia multicodificada e posterior integração dessa mesma cartografia em ambiente SIG, com construção do modelo de dados mais adequado a cada *layer* de informação geográfica.

1.7 – Módulo de Disponibilização de Informação para Dispositivos Móveis (*ngMobile*)

A visualização, análise, e edição da informação geográfica em ambientes de mobilidade foram funcionalidades que se pretenderam colmatar com o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis (telemóveis, pda's). Concretamente pretendeu-se dotar a AMNA de ferramentas de actualização de cartografia através da recolha no campo de elementos alterados (demolição/construção de edifício). Posteriormente, os dados recolhidos no campo seriam incorporados na cartografia de base, mantendo-a o mais actualizada possível, embora sem um rigor posicional elevado por parte dos novos elementos incorporados. Para além da edição de cartografia multicodificada em ambiente de mobilidade, as aplicações permitem igualmente a edição da geometria e recolha de atributos alfanuméricos de informação temática proveniente dos módulos WebSIG acima referidos.

A gestão da informação que é transmitida para os dispositivos móveis e a sincronização da informação, quando são efectuadas alterações nos dispositivos móveis, é efectuada por uma aplicação instalada no servidor central das aplicações (*ngMobileStudio*).

Os dispositivos móveis podem constituir excelentes instrumentos de divulgação do território e de promoção de uma região. Foi com este objectivo que o *ngMobileRoteiro* foi desenvolvido permitindo a visualização e pesquisa de

informação de cariz turístico em dispositivos móveis. A aplicação suporta a visualização de roteiros predefinidos, com os respectivos pontos de interesse, filtrar a informação por temas (restaurantes, hotéis, etc), centrar o mapa na posição designada pelo GPS, actualizar automaticamente a informação disponibilizada, sempre que haja uma actualização e uma ligação à Internet disponível. Esta aplicação pode ser obtida gratuitamente por download, estando igualmente os dados a carregar nos dispositivos móveis disponíveis para download nos sítios dos Municípios associados da AMNA.

1.8 – Módulo de Protecção Civil (*ngEmergency*)

O sucesso de operações de prevenção e socorro à população em caso de acidente depende não só da preparação dos intervenientes mas também do acesso a informação acerca do meio onde se intervêm. O geoportal do Norte Alentejano estará dotado de uma aplicação Web destinada às forças de protecção civil, que permite a obtenção de informação relevante em caso de emergência. Exemplos de casos de uso podem ser a obtenção de uma planta de um edifício em caso de incêndio, ou saber as condições de acesso a um lar da terceira idade. A aplicação tem como principais funcionalidades:

- Georeferenciação de ocorrências (ex. Inundações, colapso de estruturas, acidentes rodoviários, etc.);
- Produção de relatórios e mapas das ocorrências inseridas, permitindo a identificação de possíveis pontos negros no território e o desencadear de medidas correctivas e/ou preventivas;
- Cálculo de percursos óptimos entre qualquer ponto do território e os vários edifícios das forças de protecção civil;
- Pesquisas de proximidade de equipamentos (pontos de água, bocas de incêndio), zonas de risco, dados estatísticos através da definição de ponto e raio de pesquisa;
- Cálculo de zonas tampão (buffer) em torno de elementos geográficos;
- Preenchimento on-line de uma base de dados geo-referenciada de apoio à protecção civil.
- Integração e disponibilização dos planos de emergência dos municípios e dos

diversos equipamentos públicos.

O acesso á aplicação é efectuado via Internet pelos técnicos da AMNA e entidades ligadas à protecção cívil a designar posteriormente.

2 – Integração com a IDE OTALEX

Para além de funcionar como uma plataforma para a disponibilização de uma série de aplicações WebSIG destinadas a técnicos, decisores e população em geral, este Geoportal funcionará como o nó da AMNA na IDE do projecto OTALEX.

Para garantir a interoperabilidade do WebSIG do Norte Alentejano com a IDE foram considerados diversos mecanismos chave:

- Ambiente comum de base de dados: especificações para entidades espaciais e sistemas de referência espaço/tempo foram fornecidas pelo *Open Geospatial Consortium* (OGC). O modelo de dados usado é o modelo relacional do *Postgresql*. Este modelo corresponde à implementação das funcionalidades do “*SQL with Geometry Types*”, descritas nas especificações do *Open Geospatial Consortium* ODBC/SQL para entidades geoespaciais;
- Serviço e normas da interoperação do *Open Geospatial Consortium*: o pacote de software implementa outras normas de interoperação do OGC:
 - *Web Mapping Services* (WMS) para visualizar dados vectoriais e matriciais provenientes de outras sistemas SIG, e permitir que outros sistemas visualizem a informação geográfica do sistema proposto;
 - *Web Feature Service* (WFS) para manipulação de informação geográfica;
 - *Geography Markup Language* (GML) – um formato baseado em XML para o intercâmbio de informação espacial e atributos.
- Serviços Web: aumentando o uso de servidores de aplicações, o sistema disponibiliza mecanismos simples para a construção e uso de serviços *web*, com a integração de serviços espaciais.

Notas Finais

Em suma, o Geoportal da região do Norte Alentejano constitui um repositório centralizado de toda a informação geo-referenciada da região sobre o qual várias aplicações e serviços *web* (WMS, WFS) são disponibilizados aos técnicos e munícipes em geral e assume-se como um instrumento para o desenvolvimento da cooperação transfronteiriça ao ser um dos nós que integra a IDE OTALEX.

Cartografia Multicodificada na Web

Leonardo Andrade

leonardo.andrade@novageo.pt

João Marnoto

joao.marnoto@novageo.pt

Novageo Solutions

Pólo Tecnológico de Lisboa, Lote 1, 2º andar, Sala 201 e 202

Estrada do Paço do Lumiar

1600-546 Lisboa

Resumo

Este artigo procura descrever a investigação feita com o objectivo de integrar dois mundos, a cartografia multicodificada e a world wide web. O resultado desta investigação foi materializado numa aplicação, que permite o acesso via web browser a cartografia mantida numa base de dados relacional.

PALAVRAS CHAVE: *Cartografia Multicodificada, Informação Geográfica, Web*

A multicodificação é uma característica essencial do modelo de dados da cartografia oficial portuguesa, da responsabilidade do Instituto Geográfico Português (<http://www.igeo.pt/>). Iniciada a sua produção em 1995, após um início difícil, tem se assumido como a principal fonte de informação espacial nas actividades de gestão e planeamento do território. Este modelo é uma aproximação da realidade espacial, segundo o qual existe uma relação de *muitos-para-muitos* entre as geometrias e o seu significado, representado por um código. Existem, desde 1997, aplicações de *software* para a produção e gestão de cartografia multicodificada. Estas ferramentas, geralmente funcionando ambiente CAD (Computer Aided Design), auxiliam na produção e controlo de qualidade deste tipo de cartografia. Do ponto de vista da modelação, existem dois modelos que guiam a produção e gestão de cartografia multicodificada. O Modelo

Numérico Topográfico (MNT) guia a informação do ponto de vista dos dados e sua estrutura, enquanto o Modelo Numérico Cartográfico (MNC) controla as definições de visualização da informação cartográfica.

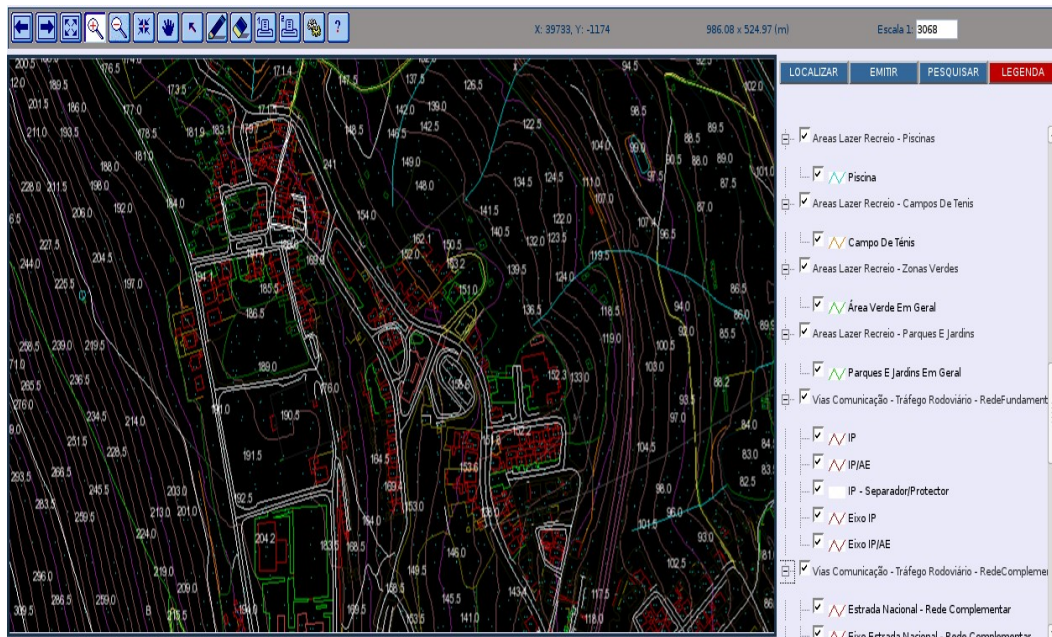


Figura 1: Visualização de cartografia 1:10.000 em ambiente web.

Por outro lado, as aplicações *web* são actualmente cada vez mais populares, tendo vantagens tais como o acesso distribuído a bases de dados de grandes dimensões e a ubiquidade do acesso à Internet e *intranets*.

É portanto urgente permitir aos utilizadores de SIGs o acesso via web de cartografia multicodificada, que permita:

1. Visualização dos dados espaciais. As configurações de visualização – cor, espessura do traço, por exemplo - são controladas pelo catálogo de objectos (figura 1).
2. Edição a nível geométrico e semântico. Operações tais como criação de elementos gráficos, eliminação e mudança de posição espacial. A edição semântica consiste na atribuição de códigos aos elementos gráficos (figura 2).
3. Exportação para formatos correntes no mercado.

A arquitectura e natureza de uma aplicação web integrada tem as seguintes vantagens:

- Protecção da fiabilidade dos dados, materializados num repositório único de informação.
- Acessibilidade distribuída por utilizadores geograficamente distantes, sem necessidade de criação de cópias locais.
- Publicação do mesmo do repositório único de informação (MNT) sob diferentes configurações de visualização (MNCs), desenhadas em função dos diferentes perfis de utilizadores.

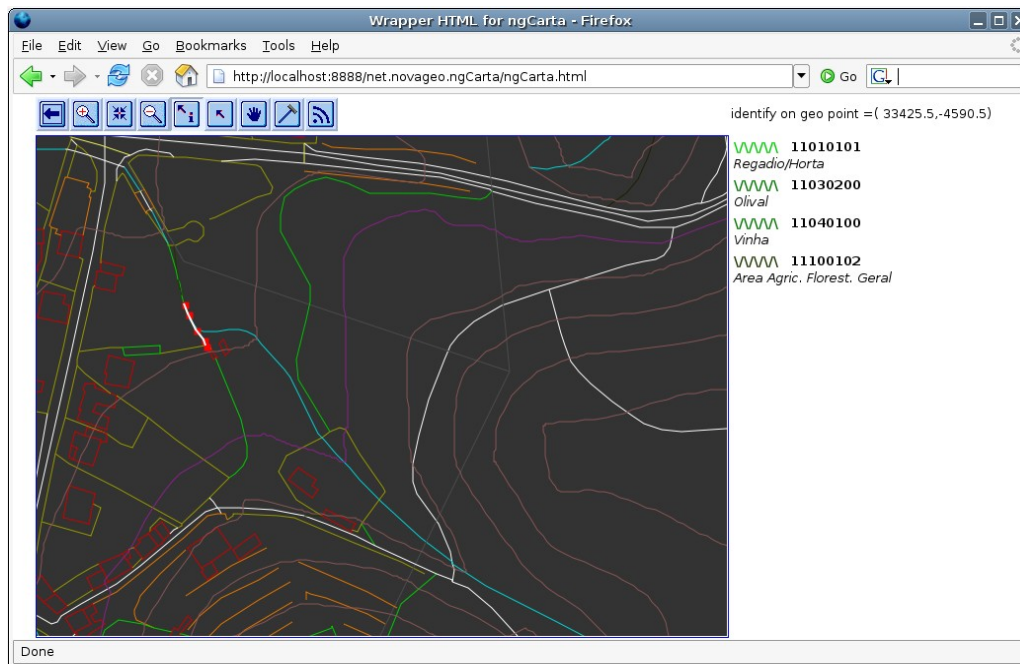


Figura 2: Edição de informação semântica.

Acreditamos que a utilização da cartografia no contexto da *web*, com as vantagens inerentes à sua natureza, contribuirá de forma positiva para a facilitação do uso de informação geoespacial.

ZoomAzores: Serviços de Mapas Dinâmicos Aplicados ao Turismo na Natureza

Francisco Silva⁽¹⁾ e Pedro Cabral⁽²⁾

⁽¹⁾ Escola Superior de Hotelaria e Turismo do Estoril. Estoril, Portugal.

⁽²⁾ Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa,
1070-312 LISBOA, Portugal

⁽¹⁾ francisco.silva@eshte.pt; ⁽²⁾ pcabral@isegi.unl.pt

Resumo

O projecto ZoomAzores visa desenvolver um portal na Internet associado a um serviço de mapas dinâmico, aplicado ao turismo na natureza nos Açores. Este projecto tem como objectivo estratégico a promoção do turismo alternativo e sustentável na região. A principal premissa do ZoomAzores consiste na necessidade do serviço estar direccionado para os utilizadores, disponibilizando funcionalidades e informação útil para os visitantes. O modelo de dados inclui formatos diversificados e abertos que, para além de serem visualizados no serviço de mapas, permite descarregar ficheiros com percursos que podem ser utilizados em serviços de mapas globais como o Google Earth, no telemóvel ou em GPS.

Palavras Chave: Açores, Mapas dinâmicos, Turismo na natureza, WebGIS.

Introdução

A generalização do acesso à Internet associado à difusão da banda larga e ao desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), têm contribuído para alterar o paradigma associado à gestão da informação, nomeadamente por facilitar a expansão de modelos de distribuição de dados e informação geográfica na Internet. Os SIG na Internet, vulgarmente conhecidos por WebGIS¹, são ferramentas que têm vindo a alargar o seu nível e áreas de aplicação. Contudo, continuam a existir poucas aplicações ao turismo, especialmente no que se refere ao turismo na natureza. Com o projecto ZoomAzoires pretende-se desenvolver um modelo de dados associado a um serviço de mapas dinâmico e um portal na Internet que permita aos utilizadores terem acesso de forma prática, quer a um sítio onde poderão ter acesso e descarregar informação, quer a um serviço de mapas dinâmicos. A opção pelos Açores como caso estudo, resulta do turismo na natureza ser um produto estratégico para este território (MEI, 2006) e existir um grande défice na distribuição de informação e promoção do destino Açores, o que tem constituído uma importante limitação para o desenvolvimento do turismo nesta Região Autónoma (SREA, 2001).

1 Turismo e Internet

1.1 Turismo na natureza nos Açores

O turismo é um dos sectores chave para a economia portuguesa (CTP, 2005) e um dos principais motores para o desenvolvimento nacional. Embora Portugal continue a ser um dos principais destinos turísticos à escala mundial², a competitividade internacional intensifica-se, sendo indispensável reforçar a aposta neste sector, nomeadamente nos produtos estratégicos de cada região e em segmentos emergentes (DRT, 2006). A Confederação do Turismo Português (CTP, 2005), no estudo que serviu de base para elaborar o Plano Estratégico Nacional para o Turismo (PENT), propõe para o turismo nacional uma estruturação em 13 segmentos de mercado. Este plano aponta para o turismo de natureza, saúde e bem-estar e o turismo náutico, como os produtos prioritários

¹ WebGIS é um acrónimo que resulta da junção da palavra Web e da sigla GIS, ambos na língua inglesa, referindo-se o primeiro a Internet e o segundo a Sistemas de Informação Geográfica.

² Em 2006 Portugal foi o 19º destino em termos de recepção de turistas internacionais.

para os Açores. Esta é mesmo a região de Portugal onde o turismo na natureza é mais expressivo, representando 36% das motivações primárias dos turistas que visitam esta região, valor que é bastante significativo comparado com a média nacional de 6% (MEI, 2006). Notório ainda, é o reconhecimento internacional da grande potencialidade da região para o turismo na natureza. Segundo a revista *National Geographic Traveler* (Tourtellot, 2007), os Açores são o segundo melhor destino insular em termos de turismo sustentável.

1.2 E-turismo

A escolha dos destinos turísticos está cada vez mais dependente do acesso à informação (MEI, 2006; OMT, 2007; WTO, 2001). O e-turismo³ tornou-se numa oportunidade indiscutível, baseado na comunicação mais rápida, no acesso global, na minimização dos custos e em novas oportunidades de negócio (Scottish Parliament, 2002). Segundo Knauth (2006), o turismo é dos sectores que mais tem a ganhar com o recurso à Internet. Todas estas alterações levaram a que o desenvolvimento das tecnologias de informação se tornasse num factor determinante para a expansão da actividade turística (WTO, 2001).

1.3 Mapas dinâmicos na Internet

A Internet tornou-se não só no principal meio para partilha de informação à escala global, mas igualmente num importante agente impulsionador e difusor da criatividade tecnológica (Mochón, 2004). As empresas e organizações de *software* SIG rapidamente compreenderam a necessidade em desenvolver ferramentas que permitam visualizar e partilhar informação geográfica na rede. Paralelamente, assiste-se a um importante esforço no desenvolvimento de aplicações de acesso livre e a aposta na interoperabilidade para garantir a partilha de dados entre diversos modelos de informação e a independência das plataformas em que operam, para poderem funcionar em qualquer rede baseada em protocolos TCP/IP, ou seja, qualquer computador que esteja ligado à Internet através de um *browser* (Cabral, 2001). Consequentemente, a utilização dos WebGIS acentua-se e expandem-se as áreas de aplicação, surgindo desde soluções muito especializadas a serviços globais e amplamente divulgadas, como são os casos do Google Maps, Google Earth e o Virtual Earth. As potencialidades de aplicação

³ Termo que se refere à utilização de recursos e serviços na Internet pelos agentes turísticos.

dos WebGIS ao turismo na natureza têm vindo a acentuar-se com a evolução tecnológica. Actualmente assiste-se quer à melhoria e expansão das funcionalidades dos WebGIS, quer à facilidade de acesso aos serviços, devido à progressiva associação de tecnologias complementares: GPS, SIG, Internet e rede móvel. Com a rede móvel de terceira geração, *software* livre como o *Android*⁴ e a incorporação de funções de geolocalização com recurso aos sistemas de navegação global por satélite, os telemóveis passam a constituir uma ferramenta de grande utilidade para os turistas, pois é no exterior e nos destinos que mais se necessita de recorrer à informação turística e aos serviços que funcionam com informação georreferenciada e auxiliam a navegação terrestre. Os mapas dinâmicos permitem ainda a actualização fácil e económica da informação, o que é de extrema importância num mundo em crescente mudança.

2 ZoomAzoires

2.1 Caracterização do projecto

O projecto ZoomAzoires nasce da necessidade de recorrer às novas tecnologias de informação para promoção de destinos como os Açores, que tem como principais produtos turísticos os segmentos ligados à natureza e às actividades náuticas. O ZoomAzoires não é apenas mais um sítio de turismo na Internet, distingue-se pela inovação e utilidade da informação para os utilizadores. Por outro lado, diferencia-se dos portais colaborativos ou dos serviços de mapas globais, por ser especializado em termos de território e tema e direccionado para a promoção do turismo alternativo de forma sustentável. Embora pressuponha uma rede de colaboradores locais, que contribuam para a validação e actualização da informação em tempo útil, esta é gerida centralmente para garantir quer a sua qualidade, quer a sustentabilidade ambiental. Na fase inicial do projecto foi realizada uma análise SWOT⁵ (Figura 1), para obter uma melhor percepção do ponto de partida, onde se pretende chegar e qual a estratégia necessária para se alcançarem os objectivos definidos. Esta, serviu igualmente para ajudar na tomada de decisão sobre a viabilidade do projecto e dos riscos com a sua implementação.

⁴ *Android* é um sistema operativo específico para a rede móvel, baseada em código aberto e de acesso gratuito, desenvolvido pela Google em parceria com mais de 60 outras empresas.

⁵ SWOT do inglês: *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats* (Pontos Fortes, Pontos Fracos, Oportunidades e Ameaças).



Figura 1 – Matriz de análise SWOT (Silva, 2008)

A partir dos objectivos e da análise SWOT foram definidos os factores críticos de sucesso (FCS) e os critérios para avaliação de desempenho (Figura 2).

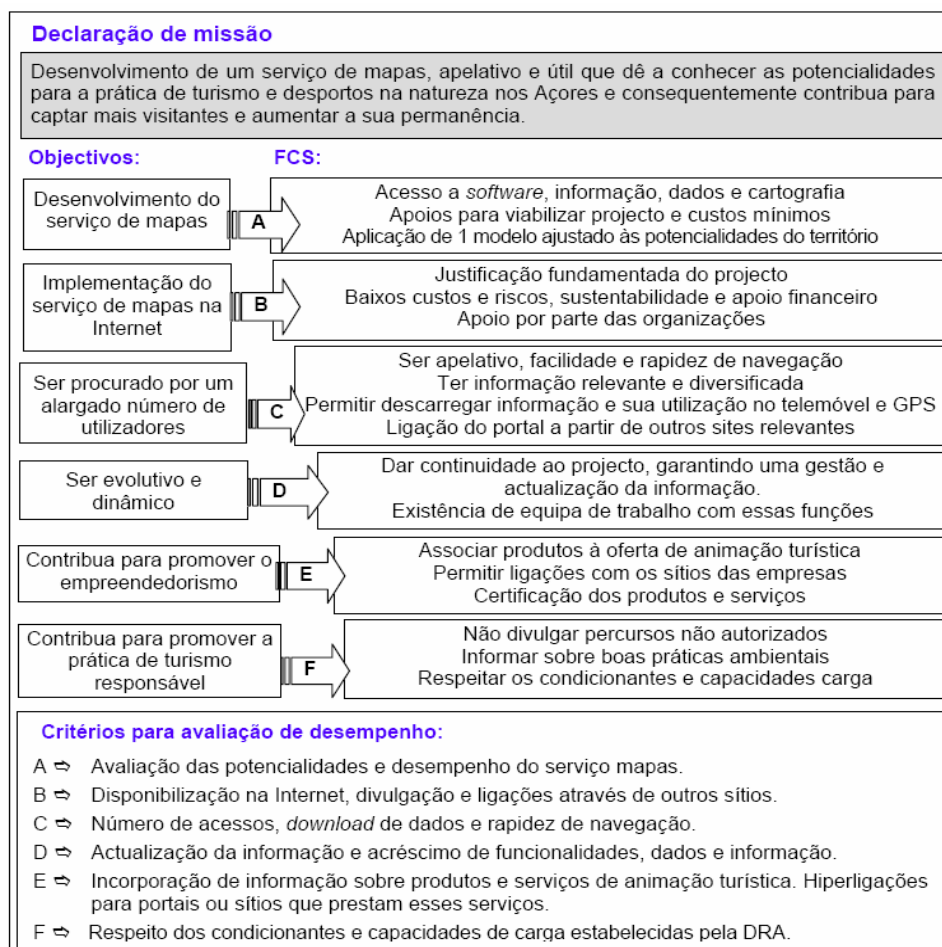


Figura 2 – Estratégia de desenvolvimento do projecto (Silva, 2008)

2.2 Modelos de dados e de informação

2.2.1 Modelo conceptual

O serviço de mapas dinâmico proposto está direccionado, quer para ir ao encontro das necessidades dos utilizadores, quer para a promoção e valorização do território, numa perspectiva de desenvolvimento sustentado, consubstanciado na promoção do turismo alternativo. Para serem alcançados essas premissas, é indispensável ter em conta seis aspectos essenciais:

- As particularidades do território do ponto de vista ambiental e sócio-cultural;
- A utilidade da informação para os potenciais visitantes;
- A facilidade de navegação e acesso à informação;
- Possibilidade de descarregar e utilizar os dados em sistemas como o GPS, PDA, serviços de mapas globais e o telemóvel;
- Apresentação gráfica apelativa;
- Facilidade de cognição espacial.

Embora direccionado para o turismo na natureza, a informação disponível através do ZoomAzores vai para além deste segmento, sendo incorporada informação turística complementar e dados referentes aos transportes e serviços de animação turística. De forma a atenuar os impactos, a informação e os dados a divulgar a informação é deve ser aprovada pelas entidades competentes na área do turismo, do ordenamento do território e do ambiente. Outro aspecto a considerar é a necessidade deste projecto ser dinâmico no tempo, conjugado com a monitorização por uma entidade local associada ao ambiente e por uma rede de colaboradores, de forma a assegurar as alterações no acesso ao meio ambiente e da oferta de recursos turísticos.

2.2.2 Modelo de representação espacial

O ponto de partida para a elaboração de um serviço de mapas e de qualquer projecto SIG, passa por estabelecer qual a informação a representar e qual o nível de detalhe que se pretende (Longley *et al.*, 2005). Esta escolha obriga a estabelecer compromissos, pois quanto maior é o detalhe, mais complexa será a informação gerada e mais pesada e onerosa se tornará. Com a disponibilização dos mapas na Internet, esta questão passa a ter maior importância, sendo que as

limitações de armazenamento e processamento da informação são mais notórias nos WebGIS centrados no servidor. Contudo, os dados e a informação são a essência de qualquer projecto SIG. Se estes forem insuficientes ou desadequados, o projecto não poderá afirmar-se. Para a implementação deste projecto é necessário um conjunto de dados bastante alargado que inclui os mapas, a informação turística e informação complementar. O ZoomAzores estabelece um compromisso entre o volume e detalhe da informação e a representação visual da mesma. No projecto optou-se por disponibilizar três níveis de representação espacial, com diferentes níveis de detalhe e generalização (Figura 3).



Figura 3 – Os três níveis de representação cartográfica do projecto (Esq.: modelo digital do terreno, Centro: cartas topográficas IGeoE, Dir.: Ortofotomapas) (Silva, 2008)

Como o nível de detalhe das representações cartográficas é diferente, estabeleceram-se escalas de visualização distintas. Os dados e a informação foram obtidos por diversos processos, nomeadamente através de aquisição, levantamento no terreno, digitalização no ecrã, ou cedidos pelas entidades locais. Numa primeira fase a informação foi seleccionada e classificada nas categorias a representar. Posteriormente essas categorias foram agrupadas em 9 grupos de informação: Desporto Natureza; Actividades Náuticas; Outros Desportos; Património Turístico; Ambiente; Alojamento; Transportes; Toponímia e Mapas. Para cada grupo de dados foi estabelecido um modelo de informação que incorpora os aspectos relevantes e de interesse turístico, com objectivo de poder ser consultado a partir do serviço de mapas, recorrendo à ferramenta de identificação da informação (*identify*), ou por intermédio dos aplicativos de pesquisa ou procura.

2.2.3 Representação gráfica da informação

Os percursos turísticos, que constituem parte da informação a que se pretende dar maior ênfase, foram incorporados em camadas, agrupadas por tipo de percursos e por ilhas. Numa primeira fase foi realizado o levantamento das formas mais adequadas de representar os percursos, tendo como princípios a legibilidade, a

identificação, a diferenciação e o realce em relação à informação de base. Devido à grande amplitude da escala de visualização, foi estabelecido, para cada elemento gráfico, um intervalo de visualização. Na figura 4 representa-se esquematicamente o modelo de navegação e de acesso à informação proposto.



Figura 4 – Proposta de modelo de navegação e de acesso à informação para o ZoomAzores (Silva, 2008)

2.3 Resultados

A primeira fase do projecto ZoomAzores permitiu disponibilizar um serviço de mapas dinâmico com recurso à ferramenta ArcGIS Server, acessível em URL: <http://www.zoomazores.net>, em português e inglês. Aqui é possível aceder à consulta e descarregar ficheiros de dados de percursos em formato GTM, compatível com GPS, no formato KML para visualização no Google Earth e ficheiros em formato PDF com informação e imagens dos percursos, especificações técnicas e croquis. Nesta fase os dados disponíveis abrangem as ilhas Terceira, Flores e São Jorge. Permite, também, aceder ao serviço de mapas que apresenta uma visualização apelativa e de fácil utilização (Figura 5). Estão, também, disponíveis quatro menus: Tarefas (efectua pesquisas), Informação em camadas, Função de navegação e Vista geral. O acesso à informação pode ser realizada recorrendo à navegação a partir dos mapas, complementada com a ferramenta de identificação, o menu com a informação em camadas, ou recorrendo às tarefas pesquisa ou procura de informação.

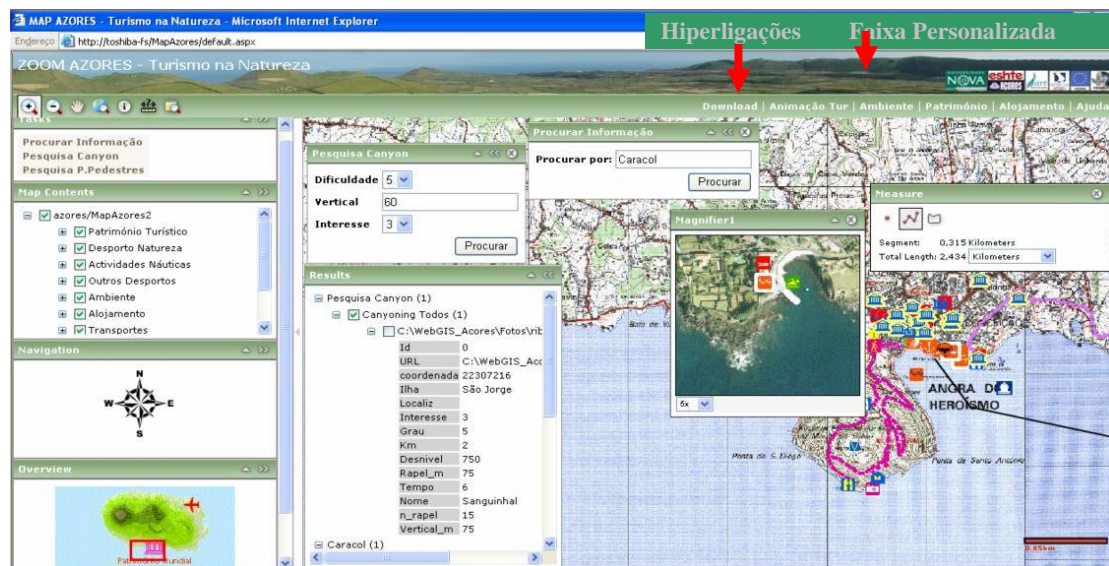


Figura 5 – O serviço de mapas dinâmico ZoomAzoers (Silva, 2008)

3 Conclusão

O projecto ZoomAzoers optou por um modelo de informação centralizado e especializado, que procura garantir três pressupostos essenciais: ser um veículo para a promoção turística dos Açores, ir ao encontro das necessidades dos utilizadores e promover o acesso responsável ao meio, contribuindo desta forma para o desenvolvimento sustentado do território de aplicação. Embora o projecto pretenda contar com uma rede alargada de colaboradores, a edição da informação é gerida centralmente, para garantir a sua integridade e qualidade. O modelo de dados e de informação propostos são materializados com a edição de um portal na Internet que incorpora o serviço de mapas dinâmico associado ao projecto. A ferramenta WebGIS utilizada deverá ser seleccionada após serem avaliadas outras soluções e estará dependente da entidade que a irá alojar e gerir. Devido à dimensão do território e amplitude das variáveis e dados envolvidos e à diversidade de soluções tecnológicas, o projecto é desenvolvido de forma evolutiva. A inclusão de informação sobre serviços de animação turística e de alojamento será gradual e vai exigir uma constante monitorização e actualização. No futuro, será interessante o ZoomAzoers vir a incorporar funções que possam contribuir para tornar a consulta mais apelativa, nomeadamente a visualização a 3D e funções multimédia. Poderá ainda desenvolver-se informação para ser visualizada em realidade virtual (ou pseudo realidade), tais como o interior do Algar do Carvão ou do núcleo histórico da cidade de Angra do Heroísmo.

Referências

- Cabral, P. (2001). *Sistemas Espaciais de Apoio à Decisão: Sistema de Apoio ao Licenciamento da Direcção Regional do Ambiente do Alentejo*. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. (URL: http://www.isegi.unl.pt/docentes/pcabral/docs/TeseMaio2001_pedrocabral.pdf, acesso em 2007-11-02).
- CTP (2005). *Reinventando o Turismo em Portugal: Estratégia de Desenvolvimento Turístico Português no 1º Quartel do século XXI* (Dinternal ed.). Lisboa: Confederação do Turismo Português.
- DRT (2006). *Análise de Conjuntura*. Ponta Delgada: Direcção Regional de Turismo. (URL: <http://www.turismodeportugal.pt>, acesso em 2007-11-07).
- Knauth, B. (2006). *Tourism and the Internet in the European Union* (No. 20): EUROSTAT.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., e Rhind, D. (2005). *Geographic Information Systems and Science* (2 ed.). England: John Wiley Sons, Ltd.
- MEI (2006). *Plano Estratégico Nacional do Turismo, 2006 – 2015*. Lisboa: Ministério da Economia e da Inovação - Secretaria de Estado do Turismo.
- Mochón, F. (2004). *Economia Y Turismo*. Madrid: McGraw-Hill.
- OMT (2007). *Baromètre OMT du Tourisme Mondial*. Madrid, Spain: Organisation Mondiale du Commerce.
- SCOTTISH PARLIAMENT (2002). *Tourism E-Business*. (URL: http://www.scottish.parliament.uk/business/research/pdf_res_brief/sb02-93.pdf, acesso em 2007-11-07)
- Silva, F. (2008). *Sistemas de Informação Geográfica na Internet aplicados ao Turismo na Natureza nos Açores: projecto ZoomAzores*. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- SREA (2001). *Estudo sobre os turistas que visitam os Açores*. Angra do Heroísmo: Serviço Regional de Estatística dos Açores.
- Tourtellot, J. (2007). The world's most appealing destinations islands. *National Geographic Traveler*.
- WTO (2001). *Tourism 2020 Vision, Global Forecast and Profiles of Market Segments* (Vol. 7). Madrid: World Organization Tourism.

Parte IV

Ciências da Informação Geográfica

MODELO DE ANÁLISE ESPACIAL PARA AVALIAÇÃO DA MULTIFUNCIONALIDADE POTENCIAL DO ESPAÇO

N. Guiomar*, J. P. Fernandes, N. Neves****

* Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Rua Tenente Raul de Andrade, 1, 7000-613

Évora

e-mail: nuno.guiomar@dgrf.min-agricultura.pt

** Universidade de Évora, Departamento de Planeamento Biofísico e Paisagístico, Rua

Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora

e-mail: jpaf@uevora.pt, nneves@uevora.pt

Resumo. As funções de uma determinada unidade espacial estão relacionadas com o seu uso (funções de produção e funções de protecção), com a sua capacidade para cumprir os processos ecológicos essenciais (funções de regulação), e com a capacidade para produzir bens imateriais (funções de informação). A multifuncionalidade consiste na integração de várias funções, numa determinada unidade espacial e/ou temporal, sendo susceptível de variar o grau de multifuncionalidade em unidades com características diferentes.

A multifuncionalidade pode ser conseguida pela combinação espacial de unidades diferentes com funções diferentes, pela integração de funções diferentes na mesma unidade territorial mas separadas no tempo, ou pela integração de diferentes funcionalidades na mesma unidade de território e no mesmo espaço temporal. A compreensão de relações entre as diferentes funções espaciais, conjuntamente com a descrição geográfica e alfanumérica de cada objecto, permite a realização de análises espaciais para determinar o grau de funcionalidade de cada elemento da análise.

Palavras-chave: Análise espacial, análise funcional do espaço, hierarquização de funções espaciais, multifuncionalidade potencial

1. Introdução

O uso e a ocupação do solo constituem o mais conjuntural de todos os elementos característicos e caracterizantes do espaço. Quer se trate do coberto vegetal, quer de outra estrutura de carácter antropogénico, a sua estabilidade temporal e estrutural é baixa [4; 6]. Nas últimas décadas, muitas das tradicionais paisagens multifuncionais mediterrâneas sofreram mudanças radicais, principalmente nas suas componentes agro e silvo-pastoris, essencialmente devido a mudanças nos métodos e das técnicas de produção. Estes complexos sistemas agrícolas asseguravam uma complexa rede funcional de produção que permitia assegurar, em simultâneo, factores recreativos, a preservação da identidade cultural, a preservação dos recursos naturais e a qualidade ambiental [18].

A actual degradação do espaço rural, determina uma rápida diminuição do potencial produtivo dos solos e do potencial regulador dos mesmos, assim como do potencial informativo decorrente da destruição da imagem e carácter de um dado território. A restauração destes espaços requer estratégias espaciais que permitam a diversificação de actividades, com maior potencial ao nível económico, com maior valor natural, incorporando funções e estruturas dos ecossistemas naturais [7].

A multifuncionalidade remete-nos para a necessidade de compreensão da interacção entre os sistemas biofísico e humano, fundamental para resolução dos conflitos e assegurar uma melhor gestão através da promoção do planeamento integrado e da heterogeneidade espacial [8]. O conceito de multifuncionalidade da paisagem abrange três domínios [14]:

- Bioecológico, onde se concentram todos os processos físicos, químicos e biológicos que garantem a produtividade, diversidade e estabilidade;
- Sócio-económico, a que estão associados benefícios económicos directos;
- Sócio-ecológico e cultural, relacionado com a qualidade de vida, e as necessidades associadas.

Desta forma, o papel multifuncional do espaço rural pressupõe o tratamento

equilibrado das várias dimensões da gestão sustentável do território, cuja estratégia deverá passar pela preservação dos recursos naturais e a paisagem no âmbito das actividades rurais, por tornar o espaço produtivo mais estável e resistente aos agentes bióticos e abióticos, por incentivar os sistemas agrícolas e florestais mais adequados às condições edafo-climáticas do território, e pela promoção da eco-eficiência. O sucesso deste tipo de estratégia dependerá da capacidade tecnológica, da vontade social, e da interacção entre os diferentes actores que usam e afectam a paisagem para adaptar as funções associadas aos diferentes usos do solo, às condições ecológicas do território local, e integrar e hierarquizar diferentes funções num mesmo espaço [2].

A multifuncionalidade potencial pode ser entendida como a capacidade de uma determinada unidade espacial para cumprir diferentes funções. Para tal é fundamental o desenvolvimento de modelos de análise espacial que integrem e permitam hierarquizar as funções susceptíveis de ocorrerem numa determinada unidade territorial, e lhes dê dimensão espacial, definindo assim diferentes geometrias funcionais na paisagem [5].

2. Organização espacial das multi-funções

Por funções entendem-se a utilização e capacidade de resposta de um território face às necessidades, procura e objectivos da comunidade humana. A multifuncionalidade consiste na integração de várias funções, numa determinada unidade espacial e/ou temporal, a uma escala estabelecida. Todas as paisagens são multifuncionais, mas o grau de multifuncionalidade pode ser muito variável, uma vez que nem todas as unidades espaciais têm capacidade ou vocação para assegurar todas as funções [17]. Por outro lado, as funções relacionadas com valores sociais e culturais não comercializáveis são, na maior parte das vezes, ignoradas ou não consideradas como fundamentais no processo de tomada de decisão e não são reconhecidas como funções vitais [13].

O conceito multifuncionalidade refere-se ao uso de uma determinada área para diferentes finalidades, uma área que consegue concretizar a efectivação de diferentes funções. Tradicionalmente, essas diferentes funções tendem a desenvolver-se em zonas separadas, numa lógica de segregação de funções [1].

Este processo pode ser conseguido pela combinação espacial de unidades

espaciais diferentes com funções diferentes, ou pela integração de funções diferentes na mesma unidade territorial [11]. Do ponto de vista espacial é possível definir três tipos de multifuncionalidade [1; 2]:

- A multifuncionalidade como uma combinação especial de unidades territoriais separadas com diferentes mono(funções);
- A multifuncionalidade como a presença de diferentes funções numa mesma unidade territorial, mas separadas no tempo;
- A multifuncionalidade como a integração de diferentes funcionalidades na mesma unidade de território e no mesmo espaço temporal.

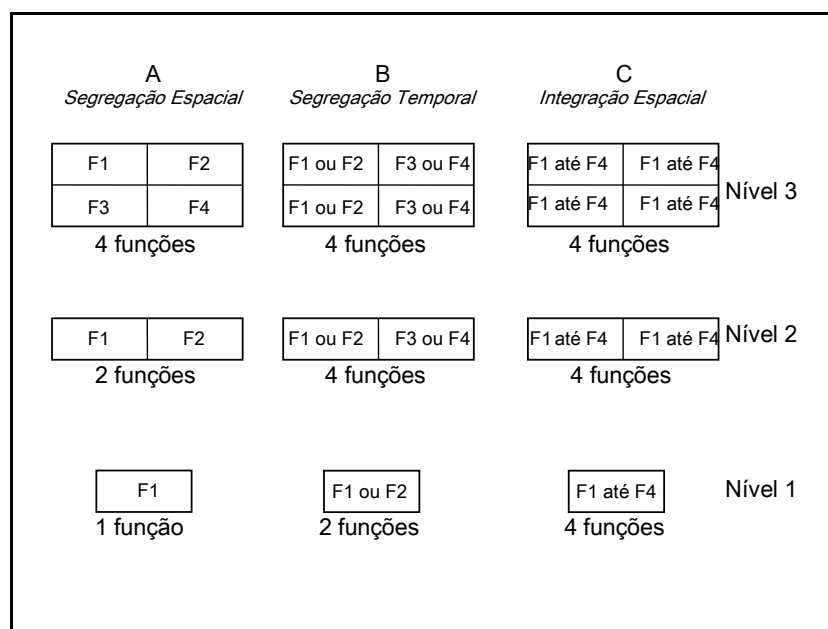


Figura 1. Tipos de multifuncionalidade [2]

Podem ainda distinguir-se dois tipos de multifuncionalidade [1]. A multifuncionalidade espacial, na qual um conjunto de áreas com diferentes usos do solo, tem para cada área uma função e um gestor. A multifuncionalidade integrada pode ser traduzida na inclusão de diferentes funções numa determinada área, que pode ter uma sucessão de gestores ou manter sempre o mesmo, por forma a que essas funções se dissolvam harmoniosamente umas nas outras de tal modo que não permita a sua diferenciação.

No entanto podemos considerar que existem diferentes funções que se podem encontrar no mesmo plano hierárquico numa determinada área. Por exemplo a

actividade cinegética pode ser analisada, como uma actividade lúdica, mas extremamente lucrativa. Assim como a silvopastorícia pode ter simultaneamente uma função de produção e uma função de protecção, na medida que pode ser orientada para a gestão de combustíveis e assim ter papel fundamental na defesa da floresta contra incêndios, seja essa gestão em mosaico, cuja função de protecção é exercida sobre a área pastoreada, ou em faixas, cuja função é defender a área adjacente. Este último exemplo remete-nos para a existência de relações laterais entre as diferentes funções e restrições espaciais, e a necessidade de determinar a sua influência na resolução dos problemas territoriais, assim como de diagnosticar potencialidades e fragilidades e integrar estratégias.

A compreensão das relações espaciais entre as diferentes funcionalidades territoriais, através do estabelecimento de relações de vizinhança, de continuidade e de conectividade entre os elementos em análise, conjuntamente com a descrição geográfica e alfanumérica de cada objecto, permite a realização de análises espaciais para determinar o grau de funcionalidade de cada elemento da análise.

3. Tipologia e hierarquização de funções

Uma das grandes dificuldades na modelação do uso do solo nas sociedades modernas consiste na comparação que é necessária fazer entre diferentes funções, sem que para isso exista um critério definido. Uma parcela de terreno pode ter um valor nulo para a produção de culturas cerealíferas, devido à infertilidade do solo ou a défice hídrico, mas pode ter um valor elevado para expansão urbana porque se encontra em área adjacente ao perímetro urbano consolidado [9].

As funções da paisagem relacionadas com o uso do solo podem ser contextualizadas como funções de produção, as funções relacionadas com as capacidades das paisagens naturais como funções de regulação, e as funções relacionadas com a sua capacidade para fornecer bens imateriais como funções de informação [3]. As diferentes funções e o correspondente uso do solo, determinam, em cada momento e local, uma particular solução de uso do solo, intensidade, tipologia e grau de impacte da paisagem. Este impacte é determinado pela disponibilidade de recursos, funções disponíveis, intensidade de uso e tipologia.

Uma abordagem à modelação funcional dos usos do solo poderá passar por [9]:

- Identificação da função dominante da paisagem;
- Definição dos indicadores que caracterizam essa função;
- Especificação da interdependência entre diferentes funções;
- Concepção do modelo que traduz essas interdependências.

Assim, a determinação da hierarquia multifuncional deve passar pela análise individual da vocação de cada área para cada função.

4. Desenvolvimento e aplicação do modelo de análise espacial

A análise funcional descrita baseou-se na identificação de 5 funções principais, descritas no Quadro 1 [19].

Função	Descrição
Produção	Assegurar a produção de alimentos, fibras e o aproveitamento de outros recursos naturais
Regulação	Manutenção dos processos ecológicos essenciais e dos sistemas de suporte à vida
Conservação	Assegurar espaços adequados para a ocorrência / permanência de espécies animais e vegetais autóctones
Informação	Proporcionar oportunidades de desenvolvimento cognitivo
Suporte	Proporcionar um substrato ou meio apto para as actividades e infraestruturas humanas

Quadro 1. Funções analisadas

O cumprimento dos objectivos depende da definição da geometria do mosaico de gestão funcional, que é dependente dos seguintes elementos associados às unidades espaciais:

- Análise da aptidão agrícola e florestal território;
- Análise dos riscos associados às actividades;
- Análise multifuncional do território;
- Hierarquização das funções em presença.

Por exemplo, a intersecção das áreas de maior aptidão para cada espécie florestal

com a sua existência nessas mesmas áreas, remete-as para elevados índices de produtividade, para uma potencialidade de produção como função principal. Assim como a existência de espécies florestais em áreas com solos pobres e sujeitos a processos de erosão, nos direccionam para uma função de protecção do solo, e assim considerada como função de regulação. Esta função será resultado de avaliação dos factores de riscos associados ao território (erosão, contaminação de aquíferos, incêndios florestais).

O modelo proposto permitirá estabelecer a aptidão e hierarquia funcional do espaço, a avaliar o seu carácter multifuncional.

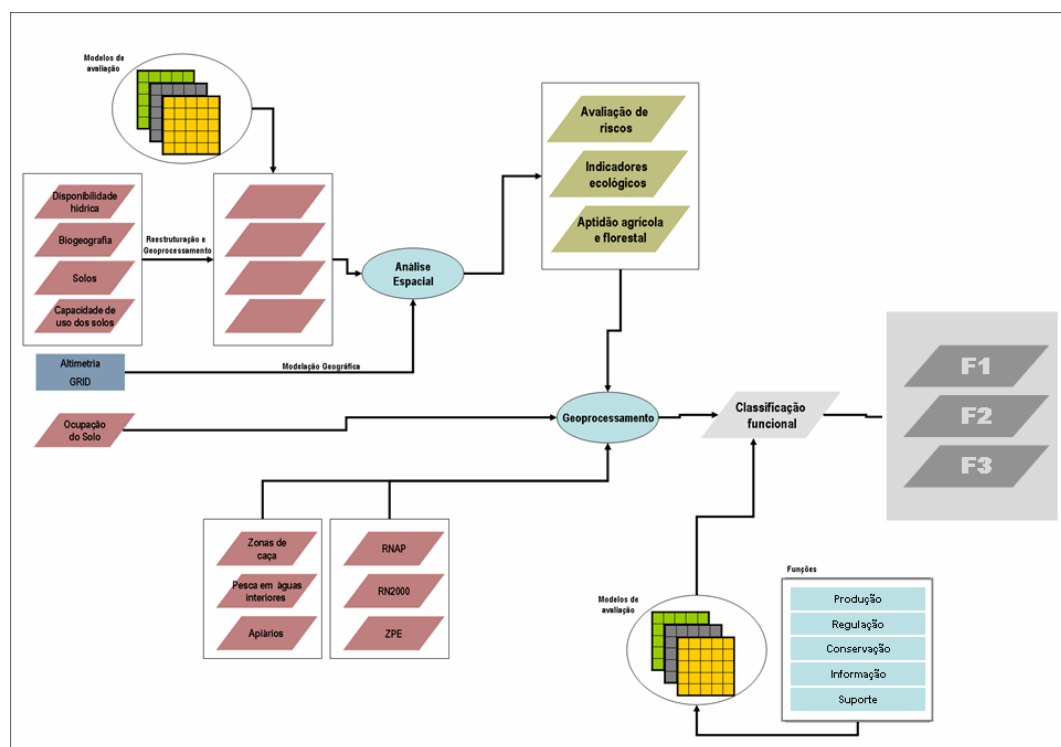


Figura 2. Modelo geral em SIG para avaliação do carácter multifuncional do território

O modelo conceptual para a avaliação do carácter multifuncional do território apresentado pode ser descrito como um conjunto de sequências de operações de análise espacial como um mecanismo que representa as relações entre elementos [16]. A noção de análise espacial em Sistemas de Informação Geográfica comporta a ideia da integração de dados espaciais e atributos alfanuméricos e traduz-se numa série de funções relacionadas com a selecção e pesquisa de dados, por um lado, e com a modelação geográfica, por outro [15].

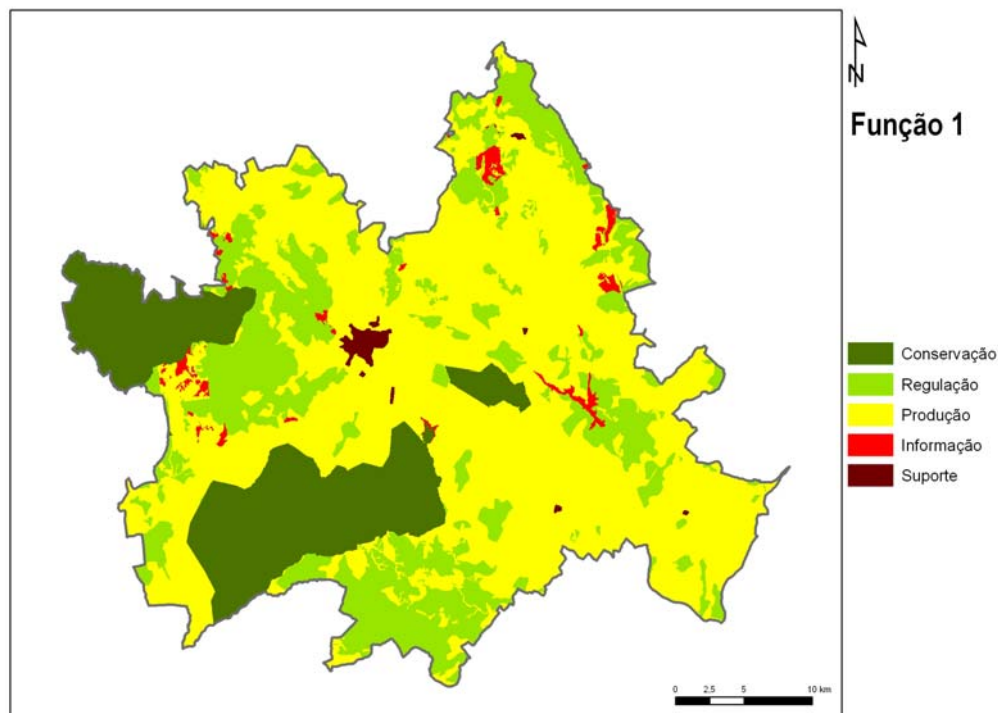


Figura 3. Município de Évora – Análise da Função Principal do Espaço

5. Considerações finais

A pressão da economia, a intensificação da produção agricultura e florestal, e a pressão na urbanização, conduziram à homogeneização do espaço, em resultado da progressiva eliminação de elementos de diferenciação regional [10].

“Os actuais princípios e medidas políticas prevêm a valorização da diversificação produtiva (não só de produção de bens alimentares e matérias primas) e a multifuncionalidade do espaço rural, assente num conjunto de actividades complementares à actividade principal ou dominante, como a conservação da natureza, a revitalização do e a integração do turismo e do lazer” [12].

O estudo da multifuncionalidade pode constituir um importante elemento de suporte à decisão, na medida em que procura analisar como se podem integrar as diferentes funções do espaço numa lógica de gestão sustentável do território.

Assim, é fundamental integrar no processo de gestão objectivos estratégicos prioritários como a diversificação integrada de actividades ligadas ao espaço rural; reconversão de espécies e culturas desajustadas e recuperação dos espaços degradados, reordenando-os e alterando a composição específica com espécies e culturas mais adaptadas às condições edafoclimáticas; diminuição dos riscos

associados às actividades; promoção da gestão sustentável dos recursos.

6. Referências

- [1] Blust, G., van Olmen, M., 2002. Monitoring multifunctional terrestrial landscapes: some comments. In: J. Brandt, B. Tress, & G. Tress (Eds.), *Multifunctional landscapes: interdisciplinary approaches to landscape research and management*, Centre for Landscape Research, Roskilde, pp. 63-70.
- [2] Brandt, J., Vejre, H., 2004. Multifunctional Landscapes – motives, concepts and perspectives. In: J. Brandt, J. & H. Vejre (Eds.), *Multifunctional Landscapes. Volume 1: Theory, Values and History*. WITpress, pp. 3-31.
- [3] De Groot, R. S., 1992. *Functions of Nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision-making*. Wolters Noordhoff BV, Groningen, The Neth.
- [4] Fernandes, J. P., 1991. Modelo de caracterização e avaliação ambiental aplicável ao planeamento (ECOGIS/ECOSAD). Tese de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa.
- [5] Fernandes, J. P., Guiomar, N., Soares, A. P., 2005. *Geometries in Landscape Ecology*. European IALE Congress 2005: Landscape Ecology in the Mediterranean – Inside and Outside Approaches, Faro.
- [6] Guiomar, N., Fernandes, J. P., Cruz, C. S., Batista, T., Mateus, J., 2006. Sistemas de classificação e caracterização do uso e ocupação do solo para zonamento microescalar: Pressupostos para a adaptação da Legenda CORINE Land Cover (Nível 5) à escala 1:10000 e análise comparativa de sistemas de classificação de uso e ocupação do solo. [CD-Rom] ESIG 2006, Taguspark, Oeiras.
- [7] Guiomar, N., Fernandes, J. P., Neves, N., 2007. Modelo de análise espacial para avaliação do carácter multifuncional do espaço. III Congresso de Estudos Rurais, Universidade do Algarve, Faro.
- [8] Haines-Young, R. H., Potschin, M. B., 2002. Multifunctionality and value. In: J. Brandt, B. Tress, & G. Tress (Eds.), *Multifunctional landscapes: interdisciplinary approaches to landscape research and management*, Centre for Landscape Research, Roskilde, pp. 111-118.

- [9] Heilig, G. K., 2002. *The multifunctional use of landscapes: some thoughts on the diversity of land use in rural areas of Europe*. 2nd Expert Meeting on European Land Use Scenarios European Environmental Agency, Copenhagen, Denmark.
- [10] Jongman, R., 2004. Landscape Linkages and Biodiversity in European Landscapes. In: Jongman R. (Ed.), *The New Dimensions of the European Landscape*, Wageningen EU Frontis Series, Springer.
- [11] Larsen, J. B., 2005. Functional forests in multifunctional landscapes – Restoring the adaptive capacity of landscapes with forests and trees. In: T. Veltheim, B. Pajari (Eds.), *Forest landscape restoration in Central and Northern Europe*. EFI Proceedings, n.º 53, pp. 97-102.
- [12] Lourenço, F. D., 2001. *Agricultura e Ruralidade – Algumas Reflexões sobre Desenvolvimento Rural*. 1º Congresso de Estudos Rurais: Mundo Rural e Património, UTAD, Vila Real.
- [13] Naveh, Z., 2002. Introduction to the theoretical foundations of multifunctional landscapes and their application in transdisciplinary landscape ecology. In: J. Brandt, B. Tress, & G. Tress (Eds.), *Multifunctional landscapes: interdisciplinary approaches to landscape research and management*, Centre for Landscape Research, Roskilde, pp. 27-43.
- [14] Naveh, Z., Lieberman, A., 1994. *Landscape ecology: theory and application*. Springer-Verlag, New York.
- [15] Neves, N., Condessa, B., 1993. Sistemas de suporte à decisão em planeamento municipal. *ESIG 1993 – II Encontro sobre Sistemas de Informação Geográfica*, USIG, Estoril.
- [16] Neves, N., Gueau, C., Rodrigues, A., 1997. Interoperable WWW toolkit for municipal planning. In: J. R. Machado, & J. Ahern (Eds.), *Environmental challenges in an expanding urban world*, FCT-UNL/CNIG, Lisboa.
- [17] Pinto-Correia, T., Breman, B., Jorge, V., Dneboská, M., 2006. *Estudo sobre o abandono em Portugal Continental – Análise das dinâmicas da ocupação do solo, do sector agrícola e da comunidade rural: tipologia de áreas rurais*. Universidade de Évora.
- [18] Pinto-Correia, T., Vos, W., 2004. Multifunctionality in Mediterranean landscapes – past and future. In: Jongman R. (Ed.), *The New Dimensions of the European Landscape*, Wageningen EU Frontis Series, Springer.

- [19] Rosário Oliveira, M., Cancela d'Abreu, A., Santos, J. C., 2007. Que multifuncionalidade? Uma abordagem aplicada ao ordenamento e gestão da paisagem. III Congresso de Estudos Rurais, Universidade do Algarve, Faro.

Parte V

Desastres Naturais

GIS Seismotectonic database for mainland Portugal

Ícaro Silva⁽¹⁾, Inês Cruz^(1,*), João Gomes⁽²⁾, Ana Costa⁽¹⁾, Pedro Almeida⁽¹⁾, João Cabral⁽¹⁾, Rui Taborda⁽¹⁾, Ricardo Caranova⁽¹⁾, Carlos Laiginhas⁽³⁾, Diego Angelucci⁽²⁾, Fernando Carrilho⁽⁴⁾, Luis Matias⁽⁵⁾

⁽¹⁾LATTEX, IDL, University of Lisbon, ⁽²⁾IPA, ⁽³⁾INETI, ⁽⁴⁾IM, ⁽⁵⁾CeGUL, IDL, University of Lisbon

^(*)inescruz@gmail.com

Abstract

This paper presents the latest developments of the Sismotecto project. The developed geodatabase aims to be a major tool to earth scientists, engineers, planners and civil protection agents as it provides support to an easier and more efficient means to store, manage and analyze seismotectonic data. This approach is required due to the scarcity of data concerning the slow fault activity observed in the West Iberia area, which generates unexpected large earthquakes with large recurrence intervals. The data is stored in a Microsoft Access database where different levels of information were arranged and related in order to meet project objectives. In parallel, it was developed a GIS platform (ArcGIS and MapInfo) where geographic datasets compiled in several layers at different scales, from regional to local, and linked to the database. This platform, which will be continuously updated, will deliver maps, data, and metadata to end-users ensuring an effective approach to the dissemination of project results.

Keywords: *Seismotectonic, earthquake, GIS, Portugal*

Acknowledgements

This work was supported by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) and the European Community through project Seismotectonics GIS Database for Mainland Portugal (POCI/CTE-GIN/58250/2004).

1. Introduction

The need for the systematization of seismotectonic data in areas such as the Portuguese mainland is essential. The slow fault activity present here is considered to have a high damage potential related to large earthquake production with long recurrence intervals (>1000 years), which are normally absent in recent seismicity records. This makes it very difficult to constrain seismogenic sources

based only on the seismological record available. Therefore it is unquestionable the need to create an interdisciplinary GIS database which includes data on Plio-Quaternary crustal vertical movements, active fault geometry, kinematics, and seismogenic potential, archeoseismological records, stress indicators, as well as recent and ancient seismicity records. The starting point for the development of this seimotectonic GIS database was the *Neotectonic Map of Mainland Portugal* at the 1:1.000.000 scale [1] (fig. 1). The primary intention is to update this map with new integrated data, collected from different sources (PhDs, neotectonic maps, stress maps, archeoseismological records, unpublished field data, etc.). All the data were gathered in a GIS database where the original map was digitized and updated with refreshed fault geometries (faults – level 1), segmentation models (segments – level 2) and field data (sites – level 3). Data organization intends to favour data operability, easing up the access to the data and the understanding of the relations between the data sets and their levels of information. Concurrently, the information was gathered and synthesised in different sets of text and image documents, depending on the required detail level.

Below it will be explained how the information was introduced, separated in different detail levels and interconnected.

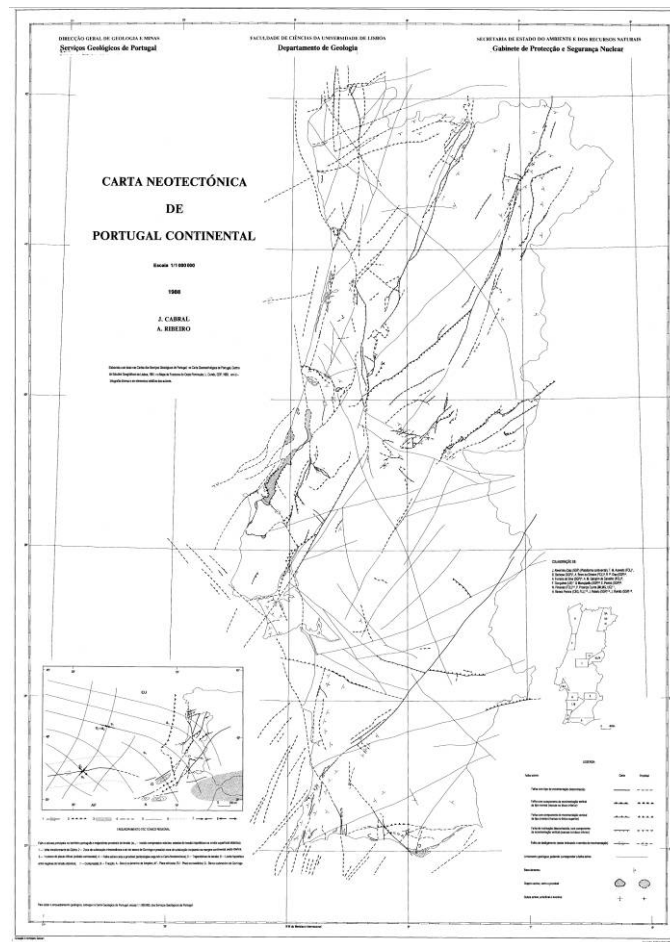


Figure 1: *Carta Neotectónica de Portugal Continental* [1], with the main active fault traces (possible, probable and identified) and satellite imagery lineaments, used as base map for the build up of this GIS database.

2. Database structure

The bibliographic and field data were integrated in a *MS Access* database. A standard reference code was created (fig. 2) to identify specifically the *data set* and the *levels* of detail on each table, being possible to relate and manage them in a logic and efficient way.

Increasing detail level ➔			
Levels	1	2	3
Data Set			
Administrativo	1xx 00 00	1nn xx 00	1nn nn xx
Faults	2xx 00 00	2nn xx 00	2nn nn xx
References	300 xx xx	-	-

Examples:		
Ponsul Fault	201 00 00	Level 1
Segment 2 (Coxeiro - Monte dos Inventos)	201 02 00	Level 2
Site 3 of Segment 2 (5 - Alfrívada)	201 02 03	Level 3

xx - code to be inserted
nn - code of the above level

Figure 2: table with the standard reference codes for each level and quality of information. The table on the right presents an example of how the levels are interrelated.

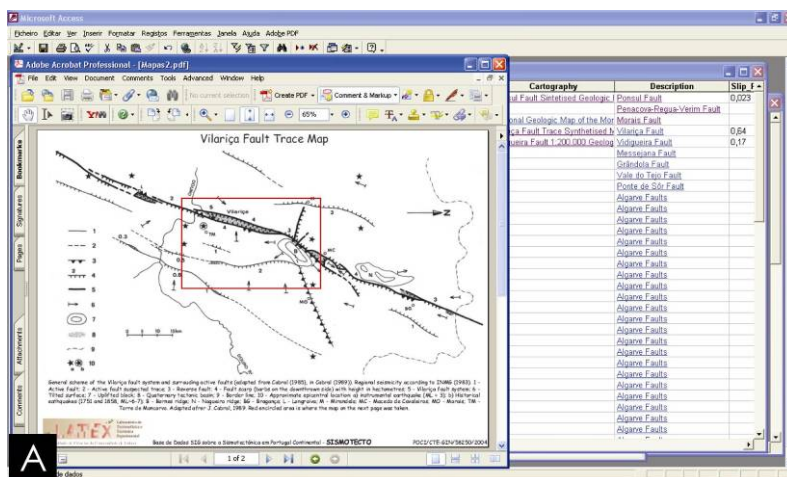
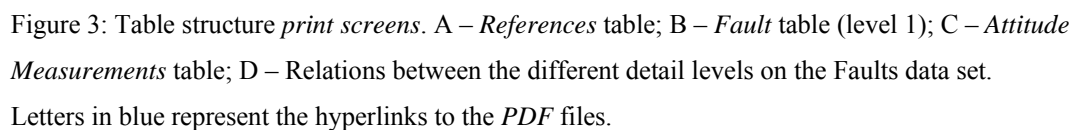
This data set arrangement requires the producing three tables for each data set (with the exception of the *References* data set) as well as complementary data sets such as geographic, quality type and measurement tables. Each table structure was defined independently, depending on the type of information in cause, its detail level and its relation with the other tables present in each data set (fig. 3). In parallel, the gathered data was synthesised on several text and picture files with the general and detailed descriptions, depending on the information level. These documents were created using *MS Word* and *Adobe Illustrator CS* being then converted to a *PDF* format for their usage in hyperlinks present in the *Description* and *Cartography* columns of the GIS database (fig. 4).

A

ID Ref	Ced. Ref	Author	Year	Referencia	Key words	Abstract
1	3000001	Cabral, J.	1956	Cabral, J. (1956) "Neotectónica em Portugal Continental." Memórias do Instituto Geológico e Mineiro 31: 285.	Neotectónica, Portugal	
2	3000002	Dias, R. P. & Cabral, J.	1989	Dias, R. P. and J. Cabral (1989). "Neogene and Quaternary Reactivation of the Ponsul Fault in Portugal." Comunicação dos Serviços Geológicos de Portugal 75: 3-28.	Falha do Ponsul, Tectónica aléica, Neotectónica, Neogene and Quaternary tectonic evolution of the South Portugal margin.	The ponsul fault is located in the Iberian-Hesperian Massif, central-eastern region of the Portuguese territory, and extends to Spain, with a total length of around 120 km. 65 km in Portugal shows a normal fault. Basin development, eotectonics, uplift and subsidence during the Neogene and Quaternary are discussed with the aid of newer interpretation of seismic reflection data, geomorphological and stratigraphic data. It has been widely recognized, both in classical and in modern studies, that Lisbon earthquake of 1755 was a multiple event, composed of three shocks separated by a few minutes. Attempts to reactivation the study area (Algarve) is located near the Eurasia-Africa plate boundary, experiencing significant tectonics and seismic activities. Regional geology is characterized by the presence of Mesozoic and Miocene. Radar interferometry is a useful way to detect and measure with millimeter the movements of the ground that occurred between two different times passes of a radar satellite, over the same area. This A rede de fracturas identificada na região de sã Comba de Viteira - Ovaria compreende diferentes famílias de acidentes tectónicos, algumas das quais registam movimentos de deslizamento. Uma análise das características geométricas principais
3	3000003	Terehna, P., Cabral, J., Dias, R. P. & Ribeiro, A.	1998	Terehna, P., J. Cabral, et al. (1998). Neogene and Quaternary tectonic evolution of the South Portugal margin.	Neotectónica, Tectónica, Inversão, Neotectónica	
4	3000004	Vilanova, S. P., Nunes, C. P. & Fonseca, J. F. P.	2003	Vilanova, S. P., C. P. Nunes, et al. (2003). "Lisbon 1755: A Case of Tragedy or Divine Retribution?" Bulletin of the Seismological Society of America 93(5): 2056-2065.		
5	3000005	Dias, R. P. & Cabral, J.	2002	Dias, R. P. and J. Cabral (2002). "Interpretation of recent structures in an area of orogenic evolution - neotectonics versus subduction genesis." Geodinamica Acta 15: 233-248.	Neotectonics, Karst, Fault, Fault, Algarve	
6	3000006	Cunha, T. A., Sati, R. P. & Cabral, J.	2000	Cunha, T. A., T. Sati, et al. (2000). Potencialidades da interferometria radar na detecção de zonas tectónicas activas na região do Algarve. 9ª Conferência Anual do COET, Évora.		
7	3000007	Mateus, A., Andrade, M., Cabral, J. & Santos, F. M.	1999	Mateus, A., M. Andrade, et al. (1999). Análise cinemática e dinâmica da rede de fracturas identificadas na região de Sta. Comba de Viteira - sã Comba (Portugal). 5ª Conferência Anual do Grupo de Geologia Estrutural e Tectónica, GSET 99, Vila Real.		
8	3000008	Santos, F. M., A. Mateus, et al.	1999	Santos, F. M., A. Mateus, et al. (1999). Modelação numérica de		

B

ID Fault	Name Fault	Ced. Fault	Length, Axiom	Kinematics	Geomet. Stat.	Stratig. S	Cartography	Description
1	Ponsul Fault	3000001	120 000	Oblique (Reverse, Right Lateral)	55	55	55	Ponsul Fault Submerged Geologic
2	Penacova-Rique-Vieira Fault	3000002	220 010	Left Lateral Strike-Slip	55	55	55	Regional Geologic Map of the Alentejo
3	Monza Fault	3000003	20 000	Reverse	55	55	55	Vilafranca Fault Trace Synthesized N. Vilafranca Fault
4	Vilafranca Fault	3000004	260 020	Oblique (Left Lateral, Normal)	55	55	55	Vilafranca Fault 1-200 000 Mapping
5	Vidigueira Fault	3000005	65 000	Oblique (Reverse, Right Lateral)	55	55	55	Vidigueira Fault
6	Montejosa Fault	3000006	306 040	Oblique (Left Lateral, Reverse?)	55	55	55	Montejosa Fault
7	Grândola Fault	3000007	33 100	Reverse?	55	55	55	Grândola Fault
8	Vale do Tejo Fault	3000008	158 025	Reverse?	55	55	55	Vale do Tejo Fault
9	Ponte de Sôr Fault	3000009	51 020	Oblique (Left Lateral, Reverse)	55	55	55	Ponte de Sôr Fault
10	Alentejo-Sil Tectonic Fault System	3000010	45 015	Oblique (Left Lateral, Reverse)	55	55	55	Alentejo Faults
11	Marinhã Fault	3000011	4 100	Oblique (Reverse, Right Lateral)	55	55	55	Alentejo Faults
12	Burço de S. João Fault	3000012	15 030	Oblique (Left Lateral, Normal)	55	55	55	Alentejo Faults
13	Esposende-Ordaz Fault	3000013	25 000	Oblique (Right Lateral, Normal)	55	55	55	Alentejo Faults
14	Lagoa Fault	3000014	5 005	Reverse	55	55	55	Alentejo Faults
15	Odavara River Fault	3000015	6 135	Left Lateral Strike-Slip	55	55	55	Alentejo Faults
16	Alor Fault	3000016	10 005	Left Lateral Strike-Slip	55	55	55	Alentejo Faults
17	Potimido Fault	3000017	25 175	Left Lateral Strike-Slip	55	55	55	Alentejo Faults
18	Farraguto Fault	3000018	18 000	Left Lateral Strike-Slip	55	55	55	Alentejo Faults
19	Sinhora do Carmo Fault	3000019	5 175	Reverse	55	55	55	Alentejo Faults
20	Velhas Fault	3000020	7 110	Reverse	55	55	55	Alentejo Faults
21	Esposende-Ribeira Fault	3000021	6 170	Oblique (Reverse, Right Lateral)	55	55	55	Alentejo Faults
22	Vale Rubinho Fault	3000022	5 110	Reverse	55	55	55	Alentejo Faults
23	Baleira Fault	3000023	6 110	Reverse	55	55	55	Alentejo Faults
24	Albureira Fault	3000024	16 010	Left Lateral Strike-Slip	55	55	55	Alentejo Faults
25	Moscouva Fault	3000025	9 050	Reverse	55	55	55	Alentejo Faults
26	Cura Fault	3000026	11 010	Oblique (Right Lateral, Reverse)	55	55	55	Alentejo Faults
27	S. Marcos-Quarteira Fault	3000027	52 150	Oblique (Right Lateral, Reverse)	55	55	55	Alentejo Faults
28	Carcara Fault	3000028	19 050	Reverse	55	55	55	Alentejo Faults
29	Alentejo de Alentejo Fault	3000029	6 005	Reverse	55	55	55	Alentejo Faults
30	Faro Fault	3000030	14 020	Left Lateral Strike-Slip	55	55	55	Alentejo Faults
31	Eira de Agostão Fault	3000031	9 150	Left Lateral Strike-Slip	55	55	55	Alentejo Faults



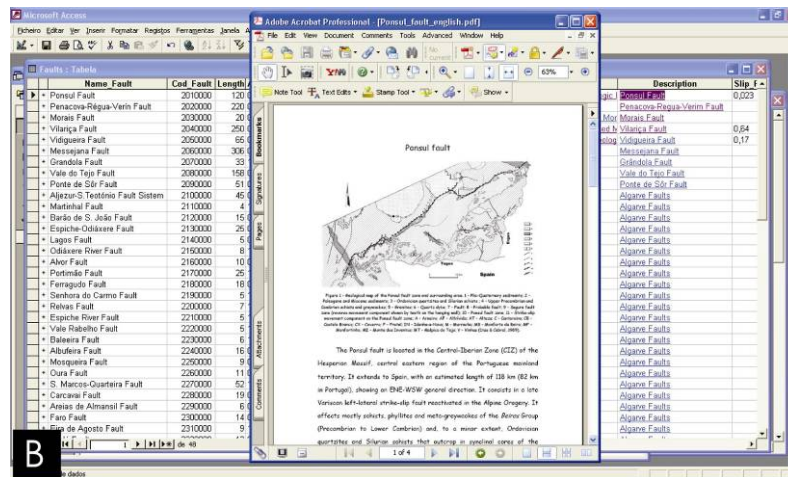
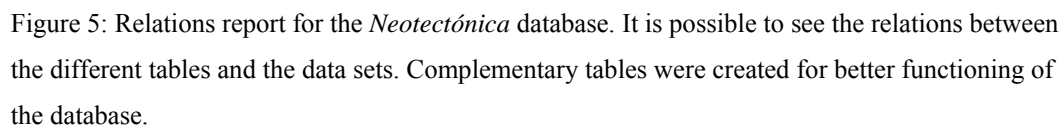


Figure 4: *Faults* table with linked *PDFs*. A – Cartography of the *Vilariça* fault represented in *PDF* file, linked into the respective field; B – *Ponsul* fault (code: 201 00 00) description in a *PDF* file linked to the respective field of the *Description* column

The table records were then related whenever necessary, establishing logical connections between the different levels of information and the data sets. The created relations are synthesised in fig. 5. The data relations were optimized with the design of complementary tables which allow the user and the developer to search and insert information without the possibility to bypass the standard codes and table designs. In this way it is possible to keep a standard database structure while it is being updated. This relation structure benefits data operability allowing an easy and permanent access to all information levels and their data.

All the standard codes, fault names, table relations and document hyperlinks were reproduced in a GIS platform (*ArcGIS* 9.2) as the data were gathered in the *MS Access* database, for the production of an interactive map.



The designed GIS structure has a strict connection with the database. The usage of the same standards makes it possible to *join* the *MS Access* database tables with the respective *ArcGIS 9.2* attribute table, connecting both geographic and database information. Code levels (fig. 2) are strictly respected and the levels of information are presented here in two separate visualization levels:

- The first one, with fault traces adapted to the 1:500,000 scale Geologic Map of Mainland Portugal (fig. 6), has only access to general information (level 1). The fault traces of all the active faults, a regional crop of the latest *World Stress Map* (WSM) with the actual stress indicators, and the neotectonic vertical movements were introduced in this map. The visible scale range for this layers is from 1:∞ to 1:500,000 (fig. 6a);
- In the second map both information levels 2 and 3 from the database were represented (in the case of the *Faults* dataset, the *Segments* and the *Sites* tables were represented). In this visualization level fault traces are plotted following a digital terrain model with 200m x 200m resolution, which is currently being replaced by higher resolution information (SRTM - 90m x 90m pixel size). This layer is visible for scales higher than 1:500 000, but we suggest visualizations below 1:25,000 scale (fig. 6b);

- In addition to this information levels some complementary layers were inserted. This geospatial dataset is meant to be visible at all scale ranges, and includes archaeoseismologic data, seismologic data (>5.5 Mw) and a *Fault Studio 1.2* file where the possible seismogenic source areas are shown (fig. 6a and b).

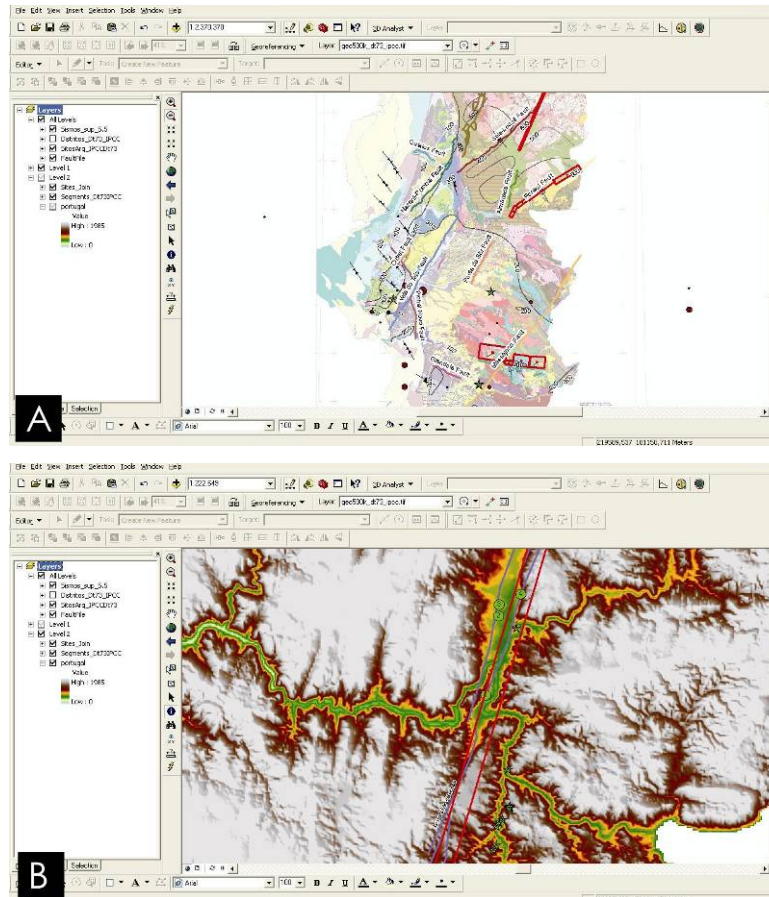



Figure 6: Example of the visible scale ranges: A) < 1:500,000 scale with the cartographic pattern of the fault traces adapted to the *Serviços Geológicos de Portugal – 1:500,000 Carta Geológica de Portugal* geologic map. Here is also represented regional information such as a Plio-Quaternary vertical movements map and an extract of the *WSM*, with access, as well, to highest detail levels (see relations on the text below); B) > 1:500 000 scale range showing adjustment of the second segment of *Vilariça* fault (code 204 02 00) with the 200m x 200m digital terrain model. It is also included in this scale range the field data (level 3 - *Sites*). In both cases, complementary layers were added for a more complete picture of the potential seismogenic sources (*Fault File* layers).

Created relations are used to ease the access to the different layers and the data sets, while exposing the connections between the different GIS/database information levels. These relations were based on the relationships made in the database (figs. 5 and 7) and they were complemented with seismological information present in the *Fault Studio 1.2* software file (*Fault File*), which

contains calculated seismogenic parameters based on the known fault geometries (see 3.1. *Fault Studio Application*).

In *ArcGIS 9.2* the *relations* records can be accessed with the *identify* cursor () selected and clicking in a given *shape* which opens the *identify* window. In this window it is possible to expand all the information and testify the relations between the different datasets and its information levels (fig. 7).

As a result it is possible to constrain seismogenic sources, the maximum earthquake magnitudes and their recurrence intervals with some accuracy, being possible to predict where are the areas of highest seismic hazard.

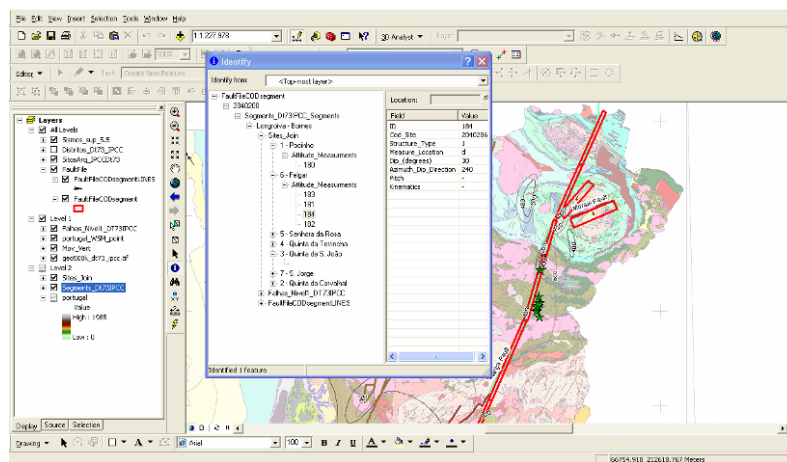


Figure 7: *ArcMap* environment with an opened *identify* window in visualization level 1. All related information levels are expanded, being possible to understand the connections and data operability between them.

3.1. Fault Studio Application

Fault Studio 1.2 is a *MapInfo* application, developed by Roberto Basili for the *DISS* project [2, 3] (*Database of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy*). This application is used to build a standard fault database, based on geometric data such as fault width, length, dip azimuth, rake azimuth, direction and fault segmentation model. The goal is to project in a map view the fault plane's underground trace, allowing the definition of seismogenic area sources and their maximum expected earthquakes (fig. 8). The created layer is used as a complementary data set to the *ArcGIS* database and is related with the information level 2 of the *Faults Data set* (*Segments* table and *shapefile*) (fig. 7). The generated *faultfile.tab* document is exported to a shapefile document, compatible with *ArcGIS 9.2* where are added two fields with the used standard codes (columns *cod_fault* and *cod_segment*).

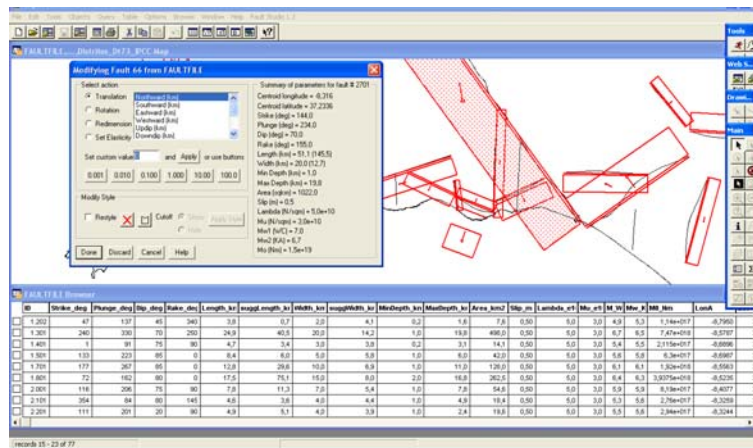


Figure 8: *Fault Studio 1.2* environment in *MapInfo 8.5*. It shows the data organization and the way that the geometric information can be easily inserted and adjusted for a more realistic representation of the seismogenic area sources here represented as red rectangles. Small red lines inside the rectangles are a representation of the measured fault *rakes* which synthesize the fault kinematics.

4. Conclusions

Interdisciplinary study of slow fault activity regions such as the West Iberian region is essential for the knowledge of where the high magnitude long recurrence earthquakes can occur. Through the integration of different data sources it is possible to locate and predict with some accuracy where are the high hazard areas, the worst case destruction scenario and its recurrence interval based on geological/paleoseismological, archeological and historical data. A user-friendly GIS environment, constantly updated and improved, is therefore an important tool for accurate seismic damage mitigation programs and for territory planning and management.

5. References

- [1] Cabral, J, Ribeiro, A. (1988). “*Carta Neotectónica de Portugal Continental 1:1.000.000*”, Serviços Geológicos de Portugal, FCUL, Gabinete de Protecção e Segurança Nuclear.
- [2] Basili, R. and DISS Working Group. (2006). “*From mapping faults to delineating seismogenic sources: version 3.0 of the Database of Individual Seismogenic Sources (DISS)*” Geophysical research Abstracts, Vol. 8, 07129.
- [3] DISS 3: “*Database of Individual Seismogenic Sources, version 3*” <http://legacy.ingv.it/DISS/> [Accessed 1 April 2008]

Contributo dos SIG para a automatização dos processos ligados à elaboração de cartografia de perigo de incêndio florestal nas autarquias

Esteves, Tanya; Freitas, Ângela; Rocha, João; Bacelo, Carlos; Calvão, Ana Rita

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda – Universidade de Aveiro

Zona Industrial da Alagoa

Apartado 473 3754-909 Águeda, Portugal

tanya@mail.esac.pt, angelafreitas30@gmail.com, joaorochafossil@gmail.com,
carlosbacelo@hotmail.com, arc@estga.ua.pt

RESUMO

O projecto que aqui se descreve tem como objectivo apresentar uma metodologia capaz de dotar os municípios de uma ferramenta eficaz, tão automatizada quanto possível, com base fundamentalmente em técnicas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) capazes de agilizar os procedimentos inerentes à complexidade das análises espaciais necessárias, na elaboração da cartografia de perigo de incêndio florestal nas autarquias. O trabalho apresentado consta da construção de cinco modelos de cartas de perigo de incêndio: perigo estrutural de ignição, perigo estrutural de propagação e outros três modelos relacionados com o perigo dinâmico. Os resultados dos testes efectuados estão de acordo com os esperados e ilustram as vantagens da utilização da metodologia.

PALAVRAS-CHAVE: *Cartografia de perigo de incêndio florestal, SIG, Autarquia, ArcGis, Model Builder, Automatização*

1. INTRODUÇÃO

A floresta é um património essencial ao desenvolvimento sustentável do nosso país, pelo que o problema dos fogos florestais tem mobilizado muitos agentes: “A política de defesa da floresta contra incêndios, pela sua vital importância para o País, não pode ser implementada de forma isolada, mas antes inserindo-se num contexto mais alargado de ambiente e ordenamento do território, de desenvolvimento rural e de protecção civil, envolvendo responsabilidades de todos, Governo, autarquias, organismos, cidadãos,...” [1].

O ordenamento e planeamento do território, relativamente aos espaços florestais, deverão ser sustentados em acções de diagnóstico de carácter social e económico, tendo em atenção a aleatoriedade das condições naturais das quais depende a actividade e a multiplicidade de actores e factores que devem ser considerados às

diferentes escalas e momentos de análise. Com efeito, o sistema de planeamento em vigor é genericamente estabelecido pela Lei de Bases da Política Florestal [2] e integra os Planos Regionais de Ordenamento Florestal (PROF), de âmbito regional, integrados, por sua vez, no sistema de planeamento nacional, nos instrumentos de política sectorial, e os Planos de Gestão Florestal (PGF), os quais constituem instrumentos básicos de ordenamento florestal das explorações. Surge ainda uma nova figura de planeamento florestal em 2006 designada por Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios [3], sendo ainda, através dessa figura, criados os Planos de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Âmbito Municipal (PMDFCI) que obrigam as autarquias locais a executar e apoiar acções de prevenção e defesa da floresta, nomeadamente o plano de defesa da floresta contra incêndios, com o objectivo de diminuir a sua ocorrência e atenuar os seus efeitos. É neste sentido, que a cartografia de perigo de incêndio desempenha um papel importante na definição da estratégia de defesa e valorização da floresta.

A problemática que envolve o combate aos incêndios florestais em Portugal, ou em qualquer outra parte do mundo, tem constituído uma preocupação para a qual diversas ciências têm contribuído frequentemente com diferentes metodologias na criação de um índice de perigo de incêndio ajustado às características de cada realidade territorial. Tomando este facto como premissa, têm sido desenvolvidos inúmeros estudos, resultando numa multiplicidade de abordagens à cartografia de perigo de incêndio florestal, que em função dos dados de entrada requeridos, várias metodologias e técnicas têm sido propostas, não havendo uniformidade de critérios e consequentemente de cartas de perigo de incêndio. Considerando a diversidade de metodologias existentes, por vezes para o mesmo município, e percebendo a falta, entre outros aspectos, de uma ferramenta eficaz, tão automatizada quanto possível nos processos ligados à elaboração de cartografia de perigo de incêndio florestal nas autarquias, foi desenvolvido o trabalho que aqui se descreve, no âmbito da disciplina de Projecto do Curso de Formação Especializada em SIG Municipal (2007), ministrado na Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda.

O processo de criação desta metodologia teve principalmente duas fases de concepção: a primeira, correspondente à identificação das variáveis que influenciam a ocorrência de fogos florestais, bem como a sua combinação, a qual teve como bases de sustentação diversas referências bibliográficas, artigos científicos e técnicos, a legislação nacional em matéria de incêndios florestais e defesa da floresta, entre outros documentos; a segunda, correspondente à verdadeira concepção prática da metodologia com base fundamentalmente em técnicas de SIG capazes de agilizar os procedimentos inerentes à complexidade de análises espaciais necessárias na

elaboração deste tipo de cartografia. A metodologia desenvolvida é relativamente simples, podendo integrar sem dificuldade os vários tipos de paisagem que ocorrem no interior de cada território, e permite, de uma forma expedita, proceder a actualizações decorrentes da variação das condições locais, incluindo dados meteorológicos, número de ocorrências de incêndios florestais e áreas ardidas.

2. ENQUADRAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A metodologia e aplicação SIG desenvolvida teve como realidade territorial o Município de Águeda, que administrativamente integra a Sub-região do Baixo Vouga (NUTIII) pertencente à Região Centro (NUTII), e que em termos geográficos se encontra localizado no sector central de Portugal Continental, mais concretamente na Zona Centro Ibérica, numa zona de transição entre duas grandes unidades morfo-estruturais: a Orla Meso-Cenozóica Ocidental e o Maciço Antigo, ou seja, no contacto entre a plataforma litoral e as montanhas ocidentais. Este enquadramento geográfico reflecte-se do ponto de vista do relevo, existindo um claro contraste entre o sector oriental, onde se observam as altitudes mais significativas e por conseguinte os declives mais fortes e o sector ocidental, que se apresenta aplanado com declives mais baixos ao longo das linhas de água principais, o rio Vouga e o rio Águeda, formando um grande vale que antecede a Ria de Aveiro (Figura 1A) [4]. Em termos de orientação geográfica do terreno, as exposições solares a Oeste são as que dominam na maior parte do território municipal. Relativamente ao clima, e tomando em linha de conta que se localiza entre o litoral e o primeiro conjunto montanhoso constituído pela Serra do Caramulo, o município de Águeda insere-se numa região de clima temperado atlântico, com influências mediterrâneas, ou seja, com Verões secos e quentes e Invernos moderados.

O povoamento e distribuição da população da área em estudo acompanham as tendências de ocupação humana do resto do país, fruto das transformações políticas e socio-económicas decorrentes das últimas décadas. Segundo os Censos de 2001, a população concentra-se sobretudo na sede de município e nas freguesias circundantes, apresentando de forma geral, uma perda e envelhecimento da população nas freguesias serranas, o que se traduz, eventualmente no abandono progressivo dos meios rurais e das antigas práticas agrícolas. Mesmo assim, em termos de ocupação do solo (Figura 1B), é um Município caracterizado por uma paisagem tipicamente rural onde predomina o coberto florestal (66%), que, tal como acontece um pouco por todo o território nacional, se encontra profundamente alterado pela acção humana, sendo que o revestimento florestal é constituído maioritariamente por eucalipto,

seguido de povoamentos mistos de eucalipto e pinheiro bravo, que não obstante, estão em degradação fruto de constantes intervenções desadequadas na floresta.

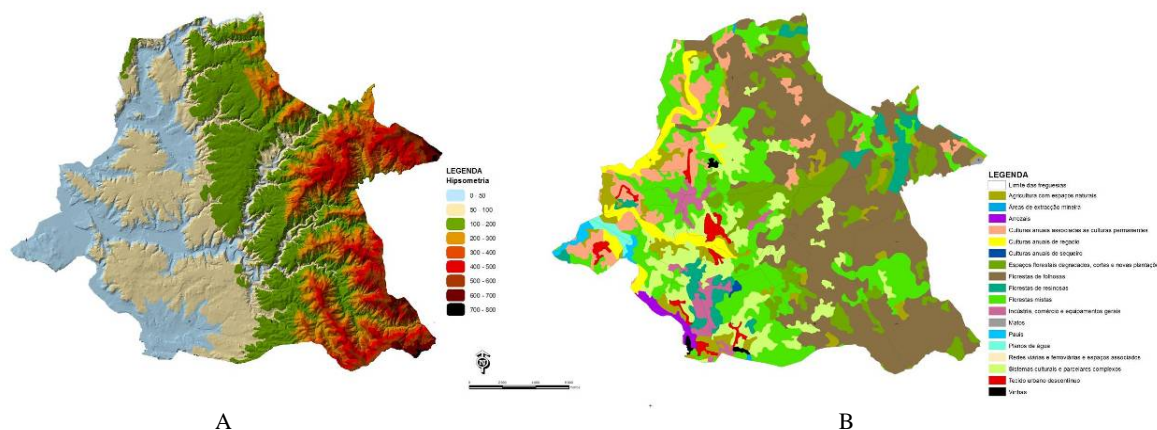


Figura 1 – Carta hipsométrica (A) e de ocupação do solo (B)– da área de estudo.

3. CRIAÇÃO DOS MODELOS DE PERIGO DE INCÊNDIO E APLICAÇÃO SIG

3.1 BASES METODOLÓGICAS

Os SIG permitem a eficiente integração de dados provenientes da observação da terra com factores geográficos relevantes, tais como a topografia, meteorologia, ocupação do solo, historial de incêndios, entre outros, para a monitorização diária do perigo de incêndio florestal, pelo que nas últimas décadas, várias aplicações SIG foram desenvolvidas para facilitar a análise espacial do perigo de ocorrer um incêndio num determinado local [5]. Estas ferramentas e a sua integração no âmbito da produção de cartas de perigo de incêndio florestal também tem sido fundamental na área da dinâmica dos fogos como seja a simulação do comportamento, propagação e extinção de um fogo em função das características topográficas e ambientais do local onde este tem início [6]. Deste modo, a vantagem da utilização das funcionalidades SIG na produção deste tipo de cartografia é justificada principalmente pela capacidade de geoprocessamento de algumas ferramentas que facilitam o processamento e modelação espacial de dados geográficos.

Há um conjunto específico de variáveis identificadas e testadas por vários autores [7; 5 e 8] como sendo as mais influentes na ocorrência de fogos florestais nas áreas de influência mediterrânica, que dizem respeito ao seguinte conjunto de factores:

altitude, declive, exposição solar, ocupação humana (proximidade a áreas povoadas) e ocupação do solo (tipo de coberto vegetal) e que por este motivo são consideradas nas suas diversas componentes como dados de entrada dos modelos propostos. As variáveis utilizadas como informação de base (dados de entrada nos modelos), no âmbito da metodologia desenvolvida para este projecto, foram as seguintes: Exposição solar; Declive; Altimetria; Hidrografia; Ocupação do Solo; Dados Meteorológicos; Áreas Áridas; Histórico das ocorrências de incêndios; Limites Administrativos; Postos de Vigia; Edificado; Rede Viária; Equipamentos e Rede Eléctrica Nacional. Foram utilizadas máscaras, com valores de 1 a 5, para classificar as diferentes grandezas dentro de cada variável, sendo os valores mais elevados atribuídos às classes que têm uma maior influência na ignição e propagação de um incêndio florestal, e os valores mais baixos atribuídos às classes que, por sua vez, têm uma influência menor.

A pesquisa bibliográfica e o conhecimento empírico dos membros do grupo de trabalho permitiram uma reflexão sobre a importância e peso a atribuir a cada variável na equação final de cada modelo, sendo que a soma total dos pesos é igual a 100%.

Posteriormente os modelos foram reclassificados de modo a que o perigo de incêndio variasse entre cinco classes de perigo cuja escala teve como base a definida no Decreto-lei nº124/2006 [3]. Assim, como critério de avaliação dos diferentes perigos abordados (ignição e propagação de incêndio florestal), quer estruturais, quer dinâmicos, foi adoptada a seguinte classificação: 1 – perigo muito baixo; 2 perigo baixo; 3 – perigo moderado; 4 – perigo elevado e 5 – perigo muito elevado.

3.1.1 Modelos de perigo estrutural de incêndio

A cartografia de perigo estrutural de incêndio florestal baseia-se na combinação de variáveis que não variam num curto espaço de tempo e é feita com recurso a diversos tipos de factores locais que têm carácter estático cuja selecção e importância são normalmente determinadas após um estudo de correlação entre estas e o historial de fogos durante um período significativo [9].

Para o perigo estrutural de ignição entendeu-se que a ocupação do solo é a variável mais importante a considerar na ignição, pela consideração do tipo de coberto vegetal quanto à sua inflamabilidade, uma vez que mesmo em condições iguais de exposição solar dois tipos de coberto vegetal não se comportam da mesma forma quanto ao fogo.

No perigo estrutural de propagação a variável com maior peso dado foi o declive, já que os declives exercem uma influência considerável sobre a velocidade de propagação do fogo.

Não obstante, a variável correspondente à ocupação do solo foi a variável à qual foi atribuída o segundo maior peso na determinação do perigo estrutural de propagação uma vez que depois de se dar um foco de ignição o incêndio só se propaga mais facilmente sobre uma ocupação do solo que tenha maior combustibilidade que outra que não tenha.

$$\text{Perigo de Ignição} = 35 \text{ Ex} + 40 \text{ So} + 25 \text{ Ho}$$

$$\text{Perigo de Propagação} = 35 \text{ So} + 15 \text{ De} + 10 \text{ Ex} + 40 \text{ Dc}$$

Em que:

Ex – *Perigo associado às exposições solares*, procedente de uma reclassificação dos valores segundo o Quadro 1. A exposição das vertentes indica a orientação de uma encosta em relação aos pontos cardeais, sendo que as vertentes expostas a Sul e a Oeste são mais quentes e secas do que as vertentes expostas a Norte e a Leste.

Quadro 1 – Quadrantes e máscaras aplicadas.

Quadrante	Norte	Nordeste	Este	Sudeste	Sul	Sudoeste	Oeste	Noroeste	Sem inclinação
Máscara	2	3	4	5	5	4	3	3	4

So – *Perigo associado à ocupação do solo*, resultante de uma reclassificação dos valores segundo a inflamabilidade de cada tipo de ocupação (Quadro 2).

Quadro 2 – Reclassificação da ocupação do solo.

Máscara	1	2	3	4	5
Tipo de ocupação do solo	Áreas de extracção mineira; Arrozais; Culturas anuais de regadio; Planos de água; Vinhas	Culturas anuais associadas às culturas permanentes; Florestas de folhosas; Indústria, comércio e serviços; Redes viárias e ferroviárias e espaços associados; Sistemas culturais e parcelares; Tecido urbano descontinuo	Agricultura com espaços naturais; Espaços florestais degradados; Cortes e novas plantações	Florestas mistas	Florestas de resinosas; Matos

Ho – *Perigo associado ao histórico das ocorrências de ignições*, que se obteve a partir do cálculo das ocorrências de ignições por freguesia desde 1999 até 2006 [10], e resultou no perigo histórico-geográfico de incêndio florestal para a área em estudo ($\text{n}^\circ \text{ ocorrências/km}^2 \cdot 20\%$)¹. A divisão do número de ocorrências por km² teve como objectivo comparar freguesias com áreas de superfície diferentes, através de uma unidade de medida uniforme. Os valores de reclassificação deste parâmetro histórico-geográfico constam do Quadro 3.

¹ Este índice foi calculado através da divisão do número de ocorrências de incêndios por Km² numa freguesia multiplicado por 20% que diz respeito à proporção de ocorrências que dá origem a grandes incêndios, segundo o Estudo Prévio do Plano Nacional de Defesa das Florestas.

Quadro 3 – Aplicação da máscara ao n.º de ocorrências/km²*20%.

Nº ocorrências/km ² *20%	0	1	2	3	4
Máscara	1	2	3	4	5

De – *Perigo associado à detecção*. Na consideração deste factor assumiu-se que os locais observáveis dos postos de vigia apresentam menor perigo de incêndio, e o perigo é tanto menor quanto mais eficiente for a vigilância. Deste modo, para determinar o factor detecção, do qual também faz parte a rede viária, na medida que a rede de estradas e caminhos poderá criar bacias de visão, foram considerados vários postos de vigia. Assim, admitiu-se que um indivíduo situado junto a uma estrada ou povoação terá uma visibilidade com um alcance de 50 ou 100m, respectivamente, podendo detectar um possível incêndio e alertar as autoridades competentes. Nestas áreas foi considerada uma máscara com valor 1.

Dc – *Perigo associado aos Declives*. Quanto mais elevados forem os valores de declive, mais difícil é o combate a um incêndio florestal, sendo a sua propagação mais rápida (Quadro 4).

Quadro 4 – Classes de declives adoptadas.

Classes de declive (°)	0-3	3 - 7	7-11	11 - 17	17- 90
Percentagem (%)	<6	6-12	12-20	20 -30	> 30
Máscara	1	2	3	4	5

3.1.2 Modelos de perigo dinâmico de incêndio

As cartas de perigo dinâmico de incêndio florestal baseiam-se num índice dinâmico de perigo de incêndio que tem por objectivo a detecção de alterações na inflamabilidade dos combustíveis florestais, considerando parâmetros que variam de forma contínua, como os dados meteorológicos. Para a inclusão das condições meteorológicas na criação de cartografia respeitante ao perigo dinâmico de ignição e propagação foi adoptado o índice canadiano do Fire Weather Index (FWI), tendo sido usados valores calibrados para Portugal. Este índice é de utilização muito fácil, uma vez que a informação necessária para o seu cálculo está disponível na larga maioria das estações meteorológicas. Os parâmetros que o sistema canadiano requer como dados de entrada são: (i) temperatura do ar; (ii) humidade relativa; (iii) velocidade do vento (medida a 10m de altura) e (iv) precipitação acumulada nas últimas 24 horas. Tendo em conta que a altura do dia que representa o maior perigo de incêndio é por volta do meio-dia solar, normalmente os parâmetros meteorológicos utilizados são os observados às 12 UTC – Hora Universal (às 13h, durante o Verão) [11].

Segundo VIEGAS *et al* [11], para o Distrito de Aveiro, os valores limiar de FWI a considerar são os representados no quadro seguinte referente à conversão dos valores FWI de acordo com a escala adoptada:

Quadro 5 – Máscaras utilizadas para os valores de FWI

FWI	0 - 9	10 - 17	18 - 23	24 - 40	> 41
Nível de Perigo	Baixo	Moderado	Alto	Médio alto	Extremo
Máscaras	1	2	3	4	5

Para se obter a componente dinâmica da cartografia de ignição e de propagação integraram-se, deste modo, os valores de FWI com o perigo estrutural de ignição, anteriormente calculado, tendo-se atribuído uma ponderação a cada componente para se obter o perigo dinâmico de ignição e propagação:

$$\text{Perigo de Ignição} = 30 E + 70 D$$

$$\text{Perigo de Propagação} = 30 E + 70 D$$

Em que:

E – *Perigo associado aos factores estruturais*, dado pelo modelo de perigo de ignição estrutural.

D – *Perigo associado aos factores dinâmicos*, dado pela criação de uma superfície continua através da interpolação de valores de FWI das estações meteorológicas que envolvem o território² em questão e reclassificados segundo os valores da escala de perigo adoptada.

O maior valor de ponderação atribuído aos factores dinâmicos é justificado pelo facto das condições meteorológicas exercerem sobre os combustíveis uma forte influência podendo ser consideradas como os determinantes mais críticos na ocorrência e desenvolvimento de fogos florestais. A sua importância para o comportamento do fogo reside não apenas nas condições meteorológicas existentes no momento mas também nas condições antecedentes. Uma vez que estamos inseridos geograficamente na área de influência mediterrânea, onde as altas temperaturas e quase nula precipitação, associada a características de humidades do ar e vento, na época de Verão, propiciam a presença de condições favoráveis à ocorrência de incêndios, é

² Para a obtenção deste índice para o município de Águeda foi usado o método de interpolação IDW (Inverse Distance Weighted) tendo sido utilizadas as estações meteorológicas pertencentes à rede nacional do Instituto de Meteorologia (IM), em concreto, as estações principais do Porto, Aveiro, Viseu e Coimbra, (dado que o Município de Águeda não possui qualquer estação meteorológica dentro do seu território ou adjacente).

reconhecido o papel preponderante que a as condições meteorológicas têm na eclosão e propagação do fogo em relação aos factores estruturais de um dado local.

3.2 Criação dos modelos

A metodologia apresentada foi desenvolvida com base no software *ArcGis 9.1*, da ESRI, tendo sido utilizadas várias potencialidades ao nível das ferramentas de análise espacial (*Spatial Analyst* e *3D Analyst*), assim como de concepção e construção de modelos de geoprocessamento (*ArcToolbox*).

Para o desenvolvimento destes modelos, a cartografia e bases de dados estruturantes e de referência (informação alfanumérica e gráfica) proveniente de diversas fontes, formatos e escalas diferentes, foram alvo de um tratamento prévio à entrada no modelo, assim como, se procedeu a uma configuração das propriedades do modelo de modo a permitir o seu uso por variados utilizadores.

Todas as operações de análise e processamento feitas sobre os dados, assim como os fluxos e relações entre eles foram feitas com a ferramenta de construção de modelos *Model Builder*. A informação de base (dados de entrada) deu origem, através das ferramentas de processamento, a informação derivada que por sua vez culminou, na informação final (dados de saída), como exemplificado na Figura 2. Os diagramas resultantes, permitiram visualizar e compreender, de uma forma relativamente expedita, todos os dados de entrada, o modo como eles se relacionavam e, as diversas condicionantes (máscaras e pesos) presentes no processamentos de todos os dados.

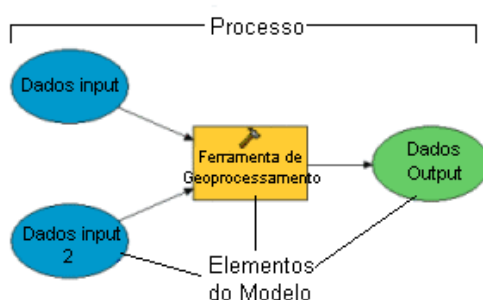


Figura 2 – Exemplo de um diagrama do *Model Builder*.

A utilização desta ferramenta na construção dos modelos devolveu vantagens como a rapidez e fluidez no processamento de dados ao longo do desenvolvimento dos mesmos, diminuindo sempre que possível o número de operações e repetições de processos, a automatização dos processos e a economização de tempo. Estes modelos são, assim, facilmente adoptados e/ou adaptados noutra utilização e noutro território, mudando única e exclusivamente as variáveis iniciais (dados de entrada) referentes aos agentes causais, tanto no modelo da ignição como da propagação.

3.2.1 Modelos do perigo estrutural de ignição e propagação

Através dos diagramas de dados de entrada dos modelos criados ficaram representados os dados de entrada associados aos correspondentes campos das tabelas alfanuméricas, as ferramentas e fluxos de processamento, assim como, os parâmetros e máscaras aplicadas, e, por fim, os dados de saída.

No modelo de perigo estrutural de ignição os dados de entrada foram os limites administrativos (Concelho e Freguesias), a ocupação do solo; o edificado; a rede viária; a rede eléctrica nacional; os equipamentos e serviços; as áreas ardidas nos últimos 5 anos e o Modelo Digital de Terreno. No modelo de perigo estrutural de propagação, além das variáveis enunciadas anteriormente para a ignição, introduziu-se a hidrografia (rios, superfícies aquáticas, lagoas, etc) e postos de vigia.

3.2.2 Modelos de perigo dinâmico de ignição e propagação

Nos modelos de perigo de ignição dinâmico e de perigo de propagação dinâmico, além dos dados de entrada referidos para os modelos anteriores, adicionou-se a informação relativa ao FWI das estações meteorológicas (Figura 3).

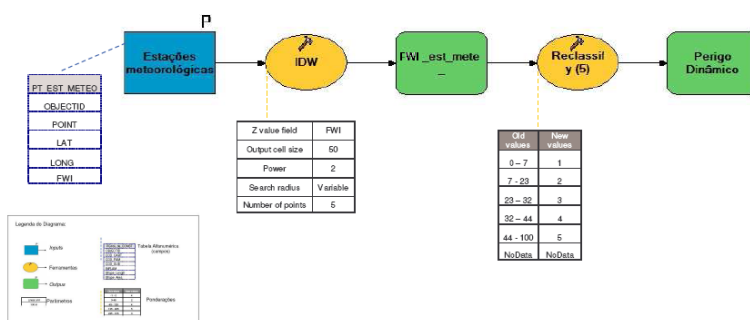



Figura 3 – Diagrama do modelo para a cartografia dinâmica.

3.3 Optimização dos modelos

Os modelos criados foram otimizados com recurso ao programa *Visual Basic Editor* 6.3 para a criação de um botão de comando () que, quando invocado, apresenta um formulário onde estão apresentados todos os modelos construídos (Figura 4A). Aqui, é possível aceder às janelas de dados de entrada do respectivo modelo que se pretende processar (Figura 4B). Este automatismo permite que qualquer utilizador

menos familiarizado com a utilização de modelos criados no *Model Builder* possa de uma forma simples obter as cartas pretendidas.



Figura 4 – Interface gráfica da aplicação criada (A) e janela de dados de entrada do modelo de perigo dinâmico (B).

Os testes realizados e respectivos resultados tiveram como objectivo testar os modelos concebidos não só do ponto de vista conceptual, mas também da sua aplicabilidade e tempo de execução, bem como, verificar a facilidade de utilização da interface criada para utilização dos mesmos.

4. RESULTADOS

4.1 Cartas de Perigo Estrutural de Ignição e Propagação

O teste para a criação das cartas de perigo estrutural de ignição e propagação teve como realidade temporal o ano de 2007 (Figura 5).

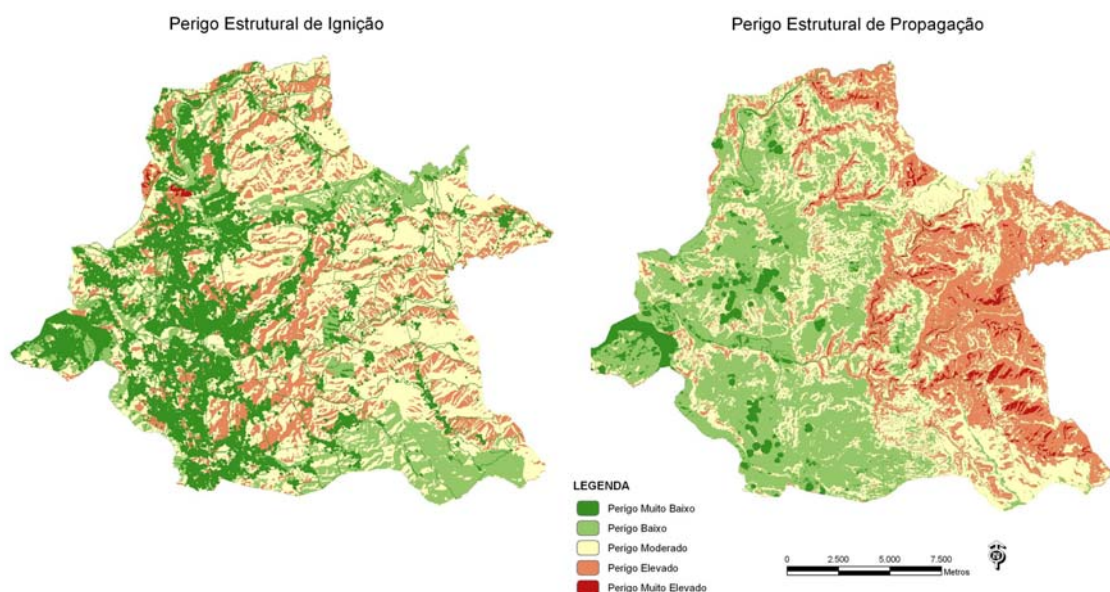


Figura 5 – Cartas de Perigo Estrutural de Ignição e Propagação.

A carta de perigo de ignição estrutural resultou num perigo de incêndio de ignição, para o município de Águeda, maioritariamente acima do nível Moderado, principalmente no sector Este, onde as áreas ardidas recentemente se destacam em relação à área envolvente. Por sua vez, o sector Oeste, onde se localiza a maior parte da população e as principais linhas de água, apresenta um perigo de ignição Muito Baixo. Ao comparar com a ocupação do solo, são precisamente as áreas de floresta mista e resinosas que apresentam perigo Elevado e Muito Elevado. Quanto ao Perigo de Propagação Estrutural, pode verificar-se a mesma tendência, ou seja, uma predominância do perigo Elevado e Muito Elevado no sector Este do Município, onde o terreno é mais acidentado e com valores de declive maiores, em contraste com o sector Oeste do Município, aplanado e onde as Faixas de Gestão de Combustível e as linhas de água, que funcionam como barreiras à propagação do fogo, são bastante perceptíveis, assim como as áreas edificadas.

4.2 Cartas de Perigo Dinâmico de Ignição e Propagação

As cartas de perigo dinâmico de ignição e de propagação foram elaboradas para dois momentos temporais diferentes, dias 21 de Maio e 12 de Julho de 2007 (Figuras 6 e 7).

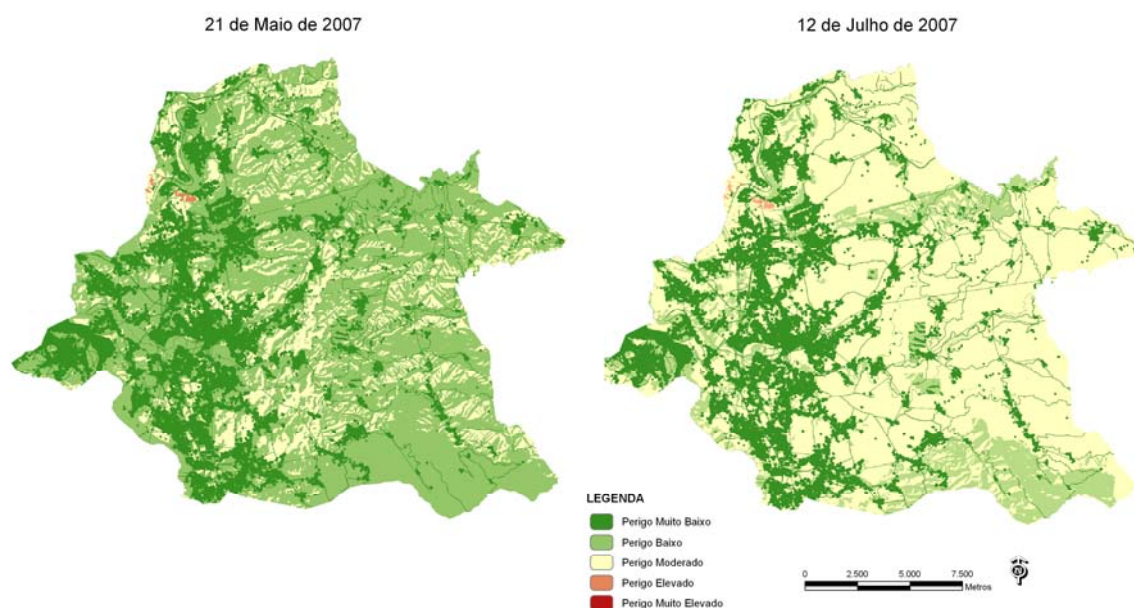


Figura 6 – Cartas de Perigo Dinâmico de Ignição para dois dias diferentes.

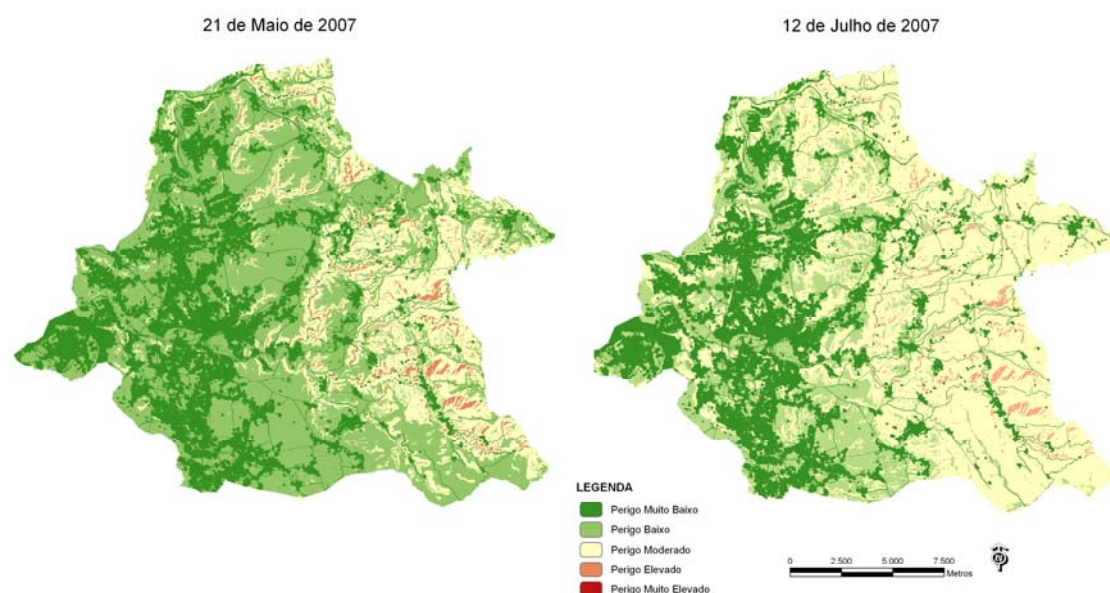


Figura 7 – Cartas de Perigo Dinâmico de Propagação para dois dias diferentes.

Para o dia 21 de Maio de 2007, a maioria do território municipal está com perigo de ignição Baixo e Muito Baixo, em consonância com o estado do tempo verificado neste dia, com temperaturas registadas abaixo dos 20°C e valores de humidade relativa acima dos 60%, por exemplo. É de ressaltar só o facto de haver no sector Noroeste um retalho de território com perigo Elevado de ignição, facto que pode ter a ver com a combinação de factores morfológicos de exposição solar, com vertentes

viradas a Sul, e ocupação do solo maioritariamente constituída por florestas mistas, extremamente inflamáveis. Já no dia 12 de Julho de 2007, a situação é um pouco diferente, com perigo Moderado de ignição para a maior parte do território, à excepção, tal como no momento temporal anterior, de uma parte do sector Noroeste, com perigo de ignição Elevado, pelas mesmas razões estruturais antes apontadas. Quanto ao perigo de propagação dinâmico, não houve diferença significativa nos dois momentos temporais, pelo que nos leva a concluir que as condições meteorológicas não influenciariam neste caso a propagação de um incêndio se ocorresse uma eclosão na área em estudo. De facto, a componente dinâmica assume maior importância na determinação da ocorrência de uma ignição do que na propagação.

Dependendo da capacidade da máquina a que se tem acesso, o processamento pode variar em termos de tempo. Neste caso, o processamento foi relativamente rápido tendo em conta a complexidade dos modelos criados. No computador onde foram criadas estas ferramentas, a que demorou mais tempo a processar foi a referente ao modelo de perigo de propagação dinâmico, cerca de 20 minutos.

5. VALIDAÇÃO

É sempre fundamental testar as metodologias criadas, de preferência, comparando os resultados com uma série de dados históricos já existentes, e aplicando a ferramenta aos mesmos, de forma a verificar se a informação de saída corresponde de facto à realidade, de forma a confirmar o bom processamento da ferramenta criada. Para validar a metodologia desenvolvida processou-se o modelo de perigo de ignição estrutural e o modelo de perigo de propagação estrutural com os dados de entrada referentes ao ano de 2006. Obteve-se assim as cartas de perigo estrutural para a época estival de 2006. Seguidamente compararam-se os resultados obtidos com as áreas ardidas conhecidas em 2006.

Para a carta de perigo de ignição estrutural (Figura 8A), verifica-se que as zonas ardidas são coincidentes com as áreas com um perigo Moderado a Elevado, confirmando a premissa que as áreas que arderam há mais anos têm mais susceptibilidade de arderem em comparação com as que arderam recentemente. A carta de perigo de propagação estrutural (Figura 8B) segue a tendência da de ignição, embora se sobreponha a uma maior área de perigo, respectivamente 4 e 5.

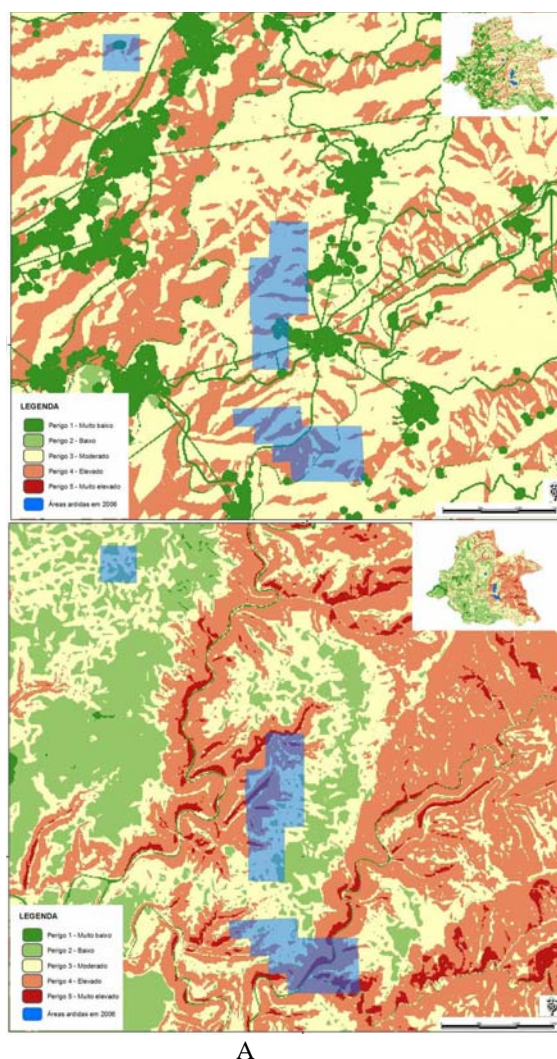


Figura 8 – Validação da carta de perigo de ignição estrutural (A) e de perigo de propagação estrutural (B).

6. CONCLUSÃO

A premissa com a qual partimos, construir uma metodologia de produção de cartografia de perigo de incêndio, conducente à automatização dos processos com base em ferramentas SIG para servir de base para outros territórios, através das ferramentas do *Model Builder*, foi atingida. Além dos resultados terem até certo ponto validado a metodologia, concluiu-se que este é um método viável de aplicação nas autarquias no que toca a elaboração de cartografia de incêndio, pela automatização dos processos, simplificação de utilização, interpretação fácil e adaptação às várias componentes estruturais de territórios diferentes.

As cartas de perigo estrutural e dinâmico de ignição e propagação, resultantes do processamento dos modelos de dados implementados, produziram resultados que vão no geral de encontro aos esperados.

Importa salientar que a validação aqui apresentada embora correcta é insuficiente, sendo necessário efectuar mais testes nomeadamente com dados de outros anos. No entanto, isso ainda não foi possível devido a limitações de tempo e falta de alguns dados disponíveis para o efeito.

É de ressaltar que como um trabalho futuro, será necessária a melhoria contínua da metodologia proposta, de forma a adaptar-se exponencialmente às realidades locais de cada território.

Bibliografia

1. Resolução do Conselho de Ministros nº 65/2006
2. Lei nº 33/96 de 17 de Agosto
3. Decreto-Lei nº 124/2006 de 28 de Junho
4. Resumo Não Técnico dos Estudos Sectoriais do Plano Director Municipal de Águeda – Revisão (2007), Câmara Municipal de Águeda
5. CHUVIECO, E. e SALAS, J. (1996) – “Mapping the spatial distribution of forest fire danger using GIS”, *International Journal of remote sensing*, 10, (3), pp. 333-345;
6. ARANHA, José (s.d.) – “Índice de aptidão para o combate a fogos florestais. Estudo desenvolvido numa zona do Alto Tâmega”, UTAD, Vila Real;
7. CHUVIECO, E. e CONGALTON, R. (1989) – “Application of remote sensing and geographic information systems to forest fire hazard mapping”, *Remote Sensing of Environment*, 29, pp. 147-159;
8. ARANHA, José e ALVES, G. (2001) – “Criação de um Índice de perigo de incêndio para o Vale do Alto Tâmega”, *Proceedings of ESIG' 2001 – VI Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica*, Oeiras, p.14;
9. FREIRE, Sérgio, CARRÃO, Hugo e CAETANO, Mário (s.d.) – “Produção de cartografia de risco de incêndio florestal com recurso a imagens de satélite e dados auxiliares”, *Projecto PREMFIRES*, IGP, Lisboa;
10. www.dgrf.min-agricultura.pt, consultado em 25 de Maio de 2007.
11. VIEGAS, D. Xavier, REIS, Raul, CRUZ, Miguel e VIEGAS, Maria (2004) – “Calibração do Sistema Canadano de Perigo de Incêndio para aplicação em Portugal”, *Silva Lusitana*, 12 (1), EFN, Lisboa, pp. 77-93.

Do dia para a noite: modelação em SIG da distribuição espacial e temporal da população com alta resolução para avaliação de risco e gestão de emergências

Sérgio Freire

GeoPoint Lda. e Department of Geography, University of Kansas, USA

Rua Artilharia Um, 67, 1º Esq., 1269 – 500 LISBOA

sfreire@geopoint.pt

Palavras-chave: modelação de população, população ambiente, cartografia dasimétrica, gestão do risco, Cascais, Oeiras.

Resumo

Conhecer-se a distribuição espacial e temporal da população á escala local é essencial para muitas aplicações, designadamente em protecção civil. Devido às actividades humanas, o número de pessoas e a sua distribuição variam significativamente entre a noite e o dia nos concelhos das Áreas Metropolitanas.

Neste modelo, aqui demonstrado para os concelhos de Cascais e Oeiras, são utilizados dois tipos gerais de dados: a) informação censitária e estatística e b) dados fisiográficos. A informação censitária mais recente (2001) fornece os quantitativos populacionais a serem espacializados, enquanto o segundo tipo de dados permite definir as unidades espaciais usadas para desagregar os valores dos Censos.

Assim, a distribuição nocturna da população é refinada espacialmente e atribuída às áreas efectivamente residenciais, e na distribuição diurna consideram-se os locais de trabalho e de estudo bem como os movimentos pendulares inter-concelhios para afectação da população, para máximo rigor e elevada resolução espacial.

1. Introdução

Desastres naturais ou com causa humana (terramotos, incêndios florestais ou urbanos, epidemias, fugas tóxicas, actos de terrorismo, etc.) ocorrem geralmente sem aviso prévio e podem vitimar grande número de pessoas. A quantificação rigorosa da população exposta a eventos potenciais ou reais é reconhecidamente uma componente-chave da modelação de perdas enquanto ferramenta para uma eficiente gestão do risco [3, 5, 11], devendo ser uma actividade fundamental no domínio da protecção civil.

Informação cartográfica actual e detalhada sobre a distribuição da população é essencial para suporte à tomada de decisão em praticamente todas as fases do processo de gestão de emergências, se for produzida a escalas espaciais e

temporais apropriadas [13]. Os dados dos recenseamentos populacionais apenas registam o local de residência e pernoita habitual da população, embora a distribuição espacial desta varie significativamente da noite para o dia, em especial nas áreas metropolitanas. Devido apenas aos movimentos pendulares, a população diurna de concelhos das Áreas Metropolitanas de Lisboa e Porto chega a diferir em mais de 50% dos valores censitários. Por outro lado, a disponibilização de informação demográfica na forma de um total para zonas censitárias ou administrativas coloca problemas na sua análise (e.g., MAUP, falácia ecológica), sendo habitual assumir-se uma distribuição constante e exaustiva nessas zonas, ou resumir a distribuição ao seu centróide. Estes factos implicam que estudos baseados unicamente nessa informação [12] poderão incorrer em erros de estimação significativos, em especial no período diurno.

Assim, quando um desastre ocorre, saber-se quantas pessoas poderão estar na zona afectada nesse momento é informação preciosa para planear adequadamente respostas de emergência e evacuação, sendo igualmente útil em actividades de planeamento (simulação) para avaliação e mitigação do risco. Os simuladores de cenários sísmicos actualmente existentes em Portugal estimam os danos humanos ao nível da freguesia baseando-se nos quantitativos populacionais do Censos 2001. Torna-se pois importante representar com maior detalhe a variação da distribuição da população no espaço e no tempo. A disponibilização destes dados num formato matricial SIG facilita a sua integração com outros dados espaciais para análise ou modelação.

Devido em grande parte à natureza complexa da população enquanto variável geográfica, diversas abordagens têm sido seguidas para estimar a sua distribuição espacial, incluindo modelação do tipo estatístico (correlação), de superfícies, e cartográficas [6]. Porém, muitos destes métodos exigem adopção de suposições demasiado simplificadoras da realidade ou desagregam a população com base em parâmetros heurísticos ou empíricos, o que enfraquece a confiança nos resultados. Adicionalmente, a ausência de valores negativos e a preservação de volume – a condição picnofiláctica de Tobler [14] - são requisitos básicos necessários para criação de distribuições realistas.

A incorporação da dimensão temporal na distribuição da população foi demonstrada pelo projecto LandScan [4] e expressa no conceito de população

ambiente, como sendo uma média temporal da densidade populacional que tem em consideração a mobilidade e as actividades humanas. No entanto, a resolução espacial desses dados (30 segundos de arco, quase 1 km), embora aceitável para uso a escalas regionais e nacionais, é insuficiente para a maioria dos usos práticos em Portugal. Por outro lado, a superfície de população ambiente constitui um compromisso entre as distribuições diurna e nocturna que em rigor não representa nenhuma destas. Assim, foi reconhecida a necessidade de criação de bases de dados de distribuições da população com resolução espacial e desagregação temporal acrescidas, o que está a ser feito para os EUA [2].

O presente estudo teve por objectivos o desenvolvimento e teste de um modelo para cartografar as distribuições diurnas e nocturnas da população em Portugal, que fosse baseado em dados estatísticos concretos e permitisse análise à escala local por via da sua elevada resolução espacial. Este esforço está em sintonia com as actuais recomendações internacionais no sentido de melhorar análises de vulnerabilidade [1,11].

2. Metodologia

A metodologia foi implementada num software de Sistema de Informação Geográfica, o ArcGIS 9.1 (ESRI). Devido a alguns dados terem uma base concelhia, cada município foi modelado separadamente. Para cada um foram produzidas *grids* de população residencial nocturna, população residencial diurna, população diurna deslocada nos locais de trabalho ou estudo, e população diurna total. A estrutura raster proporciona unidades uniformes e flexíveis que facilitam a re-agregação para qualquer zonamento, sendo assim convenientes para modelação e análise.

Foi adoptada a resolução-base de 25 metros porque se pretendeu aproximar a dimensão da residência unifamiliar (meio quarteirão), e porque no teste efectuado de sensibilidade do modelo à resolução, um aumento da resolução para 12,5 m originou apenas ganhos marginais na exactidão dos resultados.

2.1. Área de estudo

Os concelhos de Cascais e Oeiras em 2001 constituem a área deste projecto-piloto. Cascais e Oeiras são dois dos dezoito concelhos que integram a Área Metropolitana de Lisboa, a principal área metropolitana do país (Figura 1).

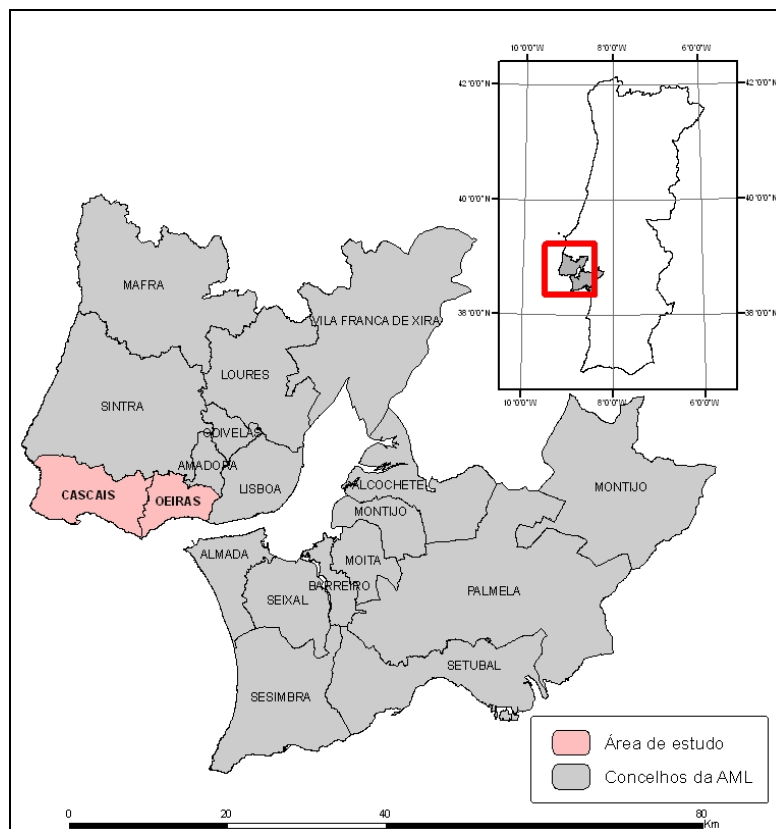


Figura 1. Localização da área de estudo.

A área de estudo tem uma população total residente de 332.811 habitantes (8), resultando numa densidade populacional média de 2332 habitantes/km², bem acima da média nacional que é de 112 habitantes/km². No entanto, essa densidade varia significativamente no interior destes concelhos. Mesmo ao nível da secção estatística alguns polígonos são bastante extensos e não traduzem realisticamente a desigual distribuição de população no seu interior.

A escolha desta zona teve por base os seguintes factores: a) as suas características geográficas, nomeadamente o seu carácter simultaneamente urbano e suburbano, com forte actividade económica, b) a disponibilidade e acesso a dados de *input*, e c) familiaridade pessoal com a área, facilitadora das actividades de verificação e trabalho de campo.

2.2. Dados

Neste exercício de modelação espacial, são utilizados dois tipos gerais de dados: a) informação censitária e estatística e b) dados fisiográficos (Tabela 1). A informação censitária mais recente (2001) fornece os quantitativos populacionais

a serem espacializados, enquanto o segundo tipo de dados permite definir as unidades espaciais usadas para desagregar os valores dos Censos.

Tabela 1. Dados usados para modelar distribuições nocturna e diurna da população.

Dados	Fonte	Data	Tipo
Eixos de via	GeoPoint	2004	Vectorial (linha)
Uso do solo (COS'90; CLC2000)	IGP; IA	1990; 2000	Vectorial (polígono)
Censos (BGRI)	INE	2001	Vectorial (polígono)
Quadros de pessoal	DGEEP	2001	Tabela
Movimentos pendulares	INE	2001	Tabela (matriz O/D)

Os dados de *input* apresentam elevada consistência temporal, com a excepção dos eixos de via. Devido à importância destes dados na modelação, na fase de pré-processamento foi decidido modificá-los de forma a representarem a realidade em 2001. A cartografia de uso e ocupação do solo também foi corrigida e melhorada na área de estudo.

2.3. Modelo

A modelação da distribuição da população assenta numa técnica de cartografia dasimétrica que usa eixos de via (i.e., ruas) como base de referência para a desagregação da população (Figura 2). Na Figura 2, dados de *input* estão assinalados a cinzento, produtos intermédios ou sub-produtos a laranja, e resultados principais a vermelho.

Esta metodologia foi adaptada duma abordagem proposta e testada pelo Laboratório Nacional de Los Alamos, EUA [10].

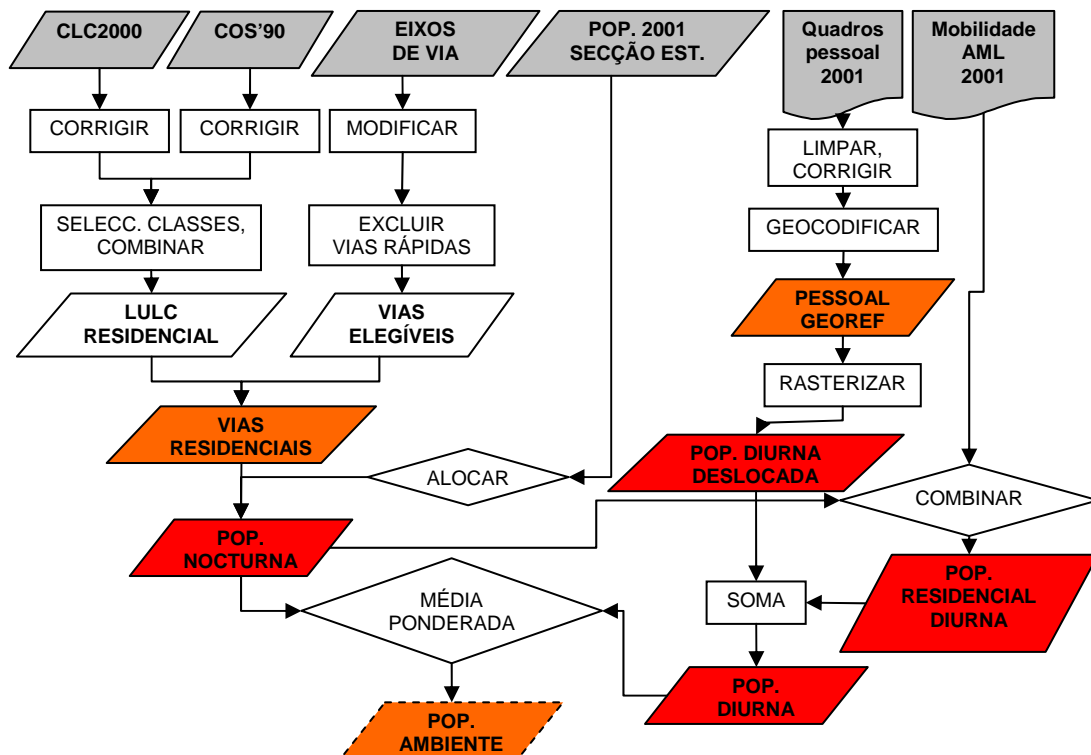


Figura 2. Modelo para cartografar a distribuição espacial e temporal da população.

A distribuição nocturna foi obtida por interpolação da população censitária ao nível da secção estatística para vias residenciais rasterizadas. Para máximo rigor e elevada resolução espacial, a distribuição populacional diurna incorpora a componente trabalhadora e estudante através da informação sobre localização de empresas e serviços públicos e privados (como escolas e hospitais) e respectiva população deslocada. Para tal foram geo-referenciados na área de estudo 4316 locais de trabalho e estabelecimentos de ensino, 1395 dos quais de forma manual com apoio de dados auxiliares e trabalho de campo, de forma a conseguir o rigor pretendido. Para os restantes foi possível proceder à geo-codificação semi-automática em ArcGIS usando o seu endereço (Figura 2). A distribuição diurna resulta da combinação da população deslocada no local de trabalho ou estudo com a população que permanece na sua residência, de acordo com as estatísticas de mobilidade inter-concelhia [9]. Os totais da população assim distribuída respeitam os valores oficiais para cada zona de origem (secções estatísticas e concelhos).

3. Resultados

Os resultados originais são constituídos por superfícies matriciais com o número de pessoas por célula de 25 metros em 2001, representando assim

densidades populacionais por 625 m². As distribuições nocturna e diurna representam a densidade máxima num dia útil, assumindo que de noite toda a população está nas suas residências, e que no período diurno toda a população trabalhadora e estudante está presente nos locais de trabalho e estudo, e a remanescente na sua residência. Esta situação necessariamente constitui uma simplificação da realidade, mas mesmo assim preferível a uma média zonal por polígono censitário.

A população ambiente é estimada através duma média ponderada da população nocturna e população diurna, considerando a proporção de períodos nocturnos e diurnos que ocorrem numa semana típica de trabalho, de forma a representar num único indicador uma média temporal semanal da densidade populacional que tem em consideração as principais actividades humanas – repouso, trabalho e estudo.

3.1. Verificação e validação

A avaliação da qualidade da distribuição diurna da população foi limitada pela ausência de dados de referência apropriados, tendo no entanto os resultados sido controlados de duas formas: a) os dados de *input* (em especial os da DGEEP) foram verificados através de cruzamento com outras fontes (o que permitiu detectar e corrigir erros) e via trabalho de campo, quanto á sua localização, e b) os resultados foram comparados com dados de detecção remota para confirmar a exactidão posicional das distribuições. Os quantitativos de pessoal da DGEEP não foram disputados, tal como a informação censitária oficial.

A qualidade da distribuição nocturna (residencial) foi avaliada usando a maior resolução das subsecções estatísticas como referência, numa análise de correlação. As distribuições modeladas foram agregadas por subsecção e comparadas com os valores respectivos do Censos 2001. Obtiveram-se coeficientes de correlação de 0,84 para Cascais e 0,79 para Oeiras, concluindo-se que o desempenho da modelação nocturna é bastante satisfatório, dada a sua alta resolução espacial e considerando o elevado número de amostras usado (2433 subsecções em Cascais, 1456 em Oeiras).

4. Aplicações

Como exemplos de aplicação dos resultados no contexto da avaliação de risco e apoio a emergências, foram simulados os quatro cenários seguintes, meramente exemplificativos de diferentes tipos de emergências.

4.1. Cenário A: Acidente tecnológico (fuga tóxica gasosa)

Um camião-cisterna que transporta produtos químicos altamente tóxicos tem um acidente grave pelas 11h00 junto ao nó de Oeiras da auto-estrada A5, libertando imediatamente uma pluma tóxica que evolui por acção do vento fraco de NNW, direcção habitual na zona. A Figura 3 representa a análise da situação descrita, com indicação dos contornos da pluma tóxica contendo concentrações nocivas para a saúde humana.

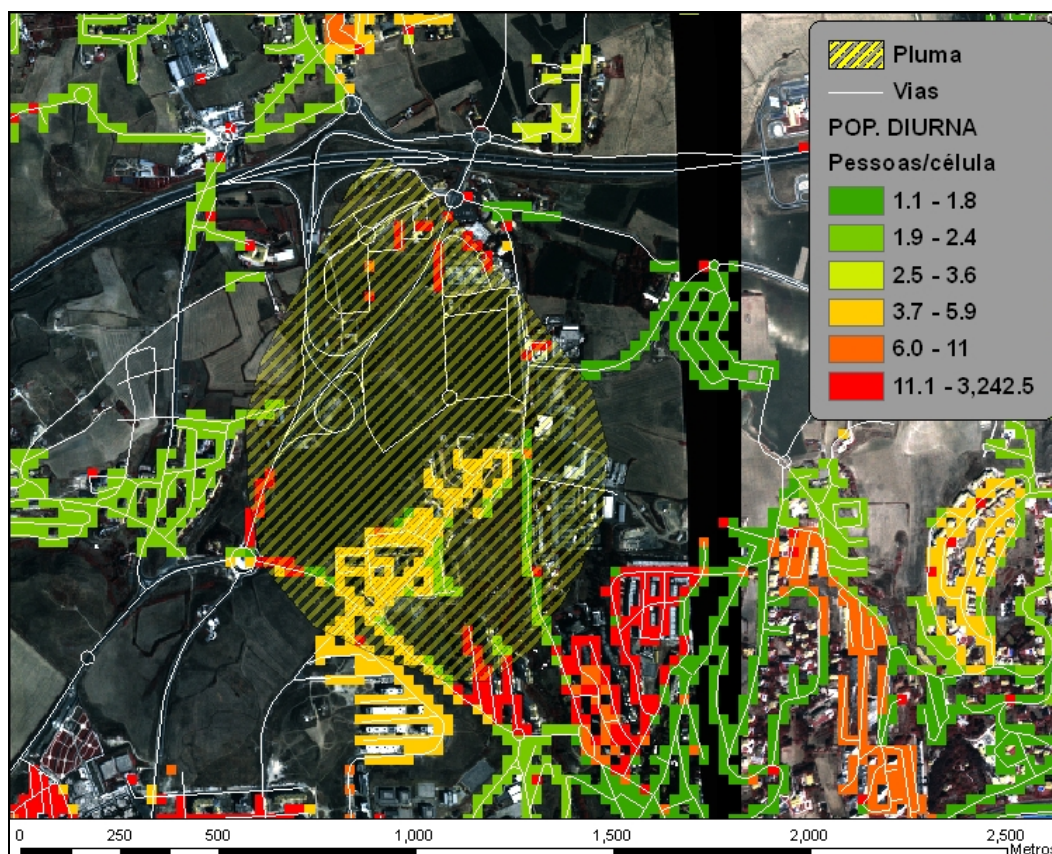


Figura 3. Cenário A.

4.2. Cenário B: Desastre natural (sismo)

Pelas 15h00, dá-se um sismo de grande intensidade com epicentro ao largo de Cascais que provoca grande destruição e colapso de estruturas no centro da vila. A Figura 4 representa análise da situação descrita, com indicação da área mais gravemente afectada.

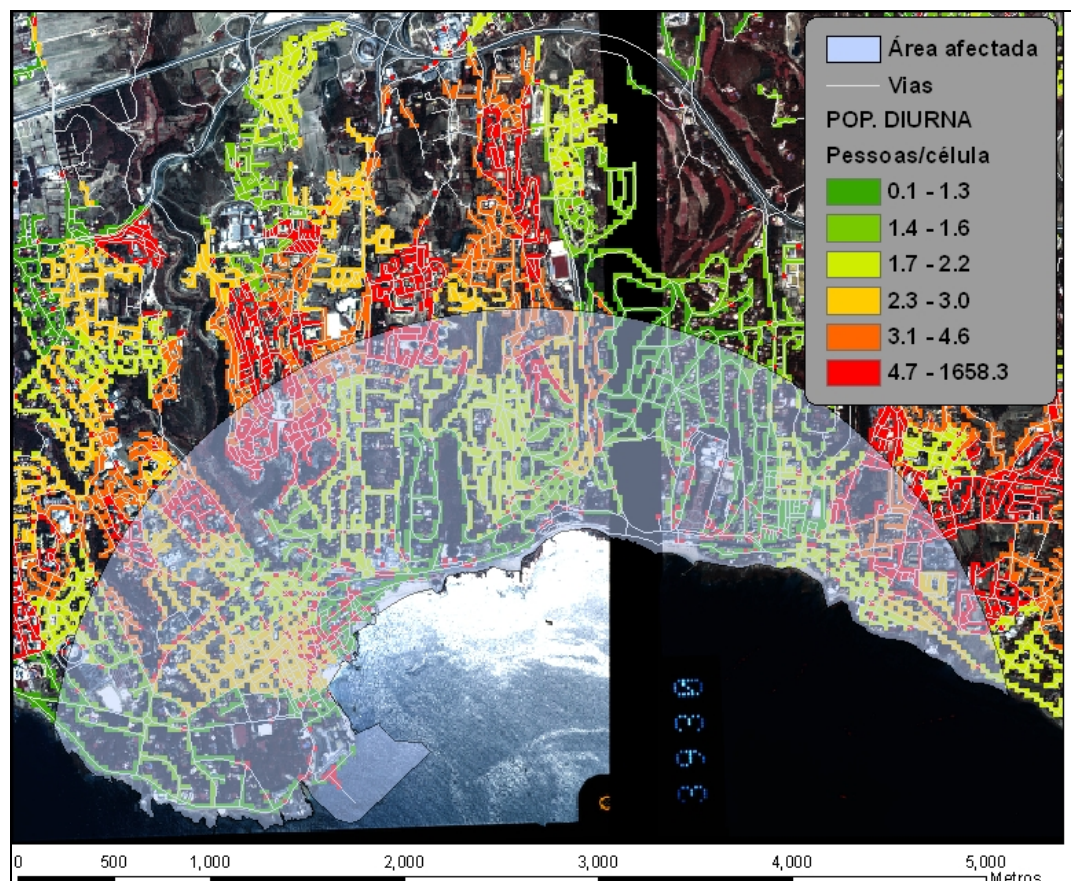


Figura 4. Cenário B.

4.3. Cenário C: Atentado terrorista (bomba)

Pelas 16h30 dá-se a detonação de um engenho explosivo de grande potência no CascaiShopping, em Cascais, provocando grande destruição de estruturas e um forte incêndio. A Figura 5 representa análise da situação descrita, com indicação da área mais gravemente afectada.

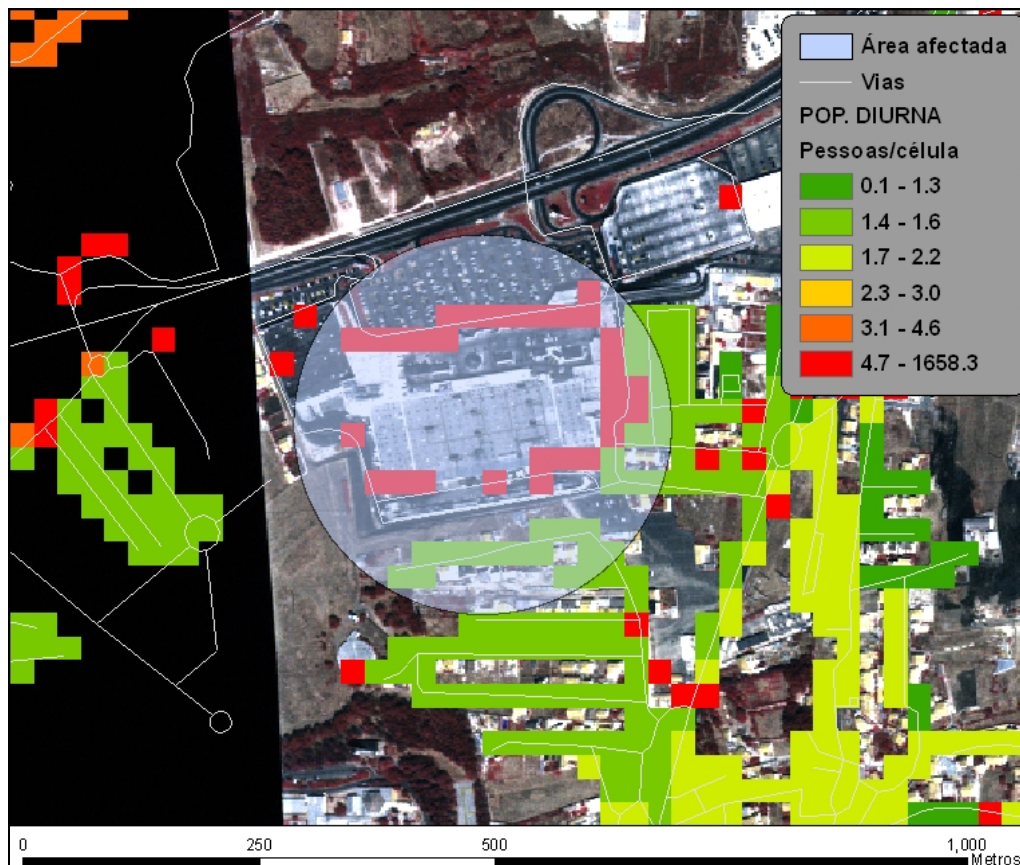


Figura 5. Cenário C.

4.4. Cenário D: Surto epidemiológico

Através da manifestação lenta de sinais e sintomas, é descoberto que em Carnaxide, Oeiras, a população presente numa dada área foi exposta ao longo de várias semanas a um agente tóxico ou patogénico. A Figura 6 representa análise da situação descrita, com indicação da área potencialmente afectada.

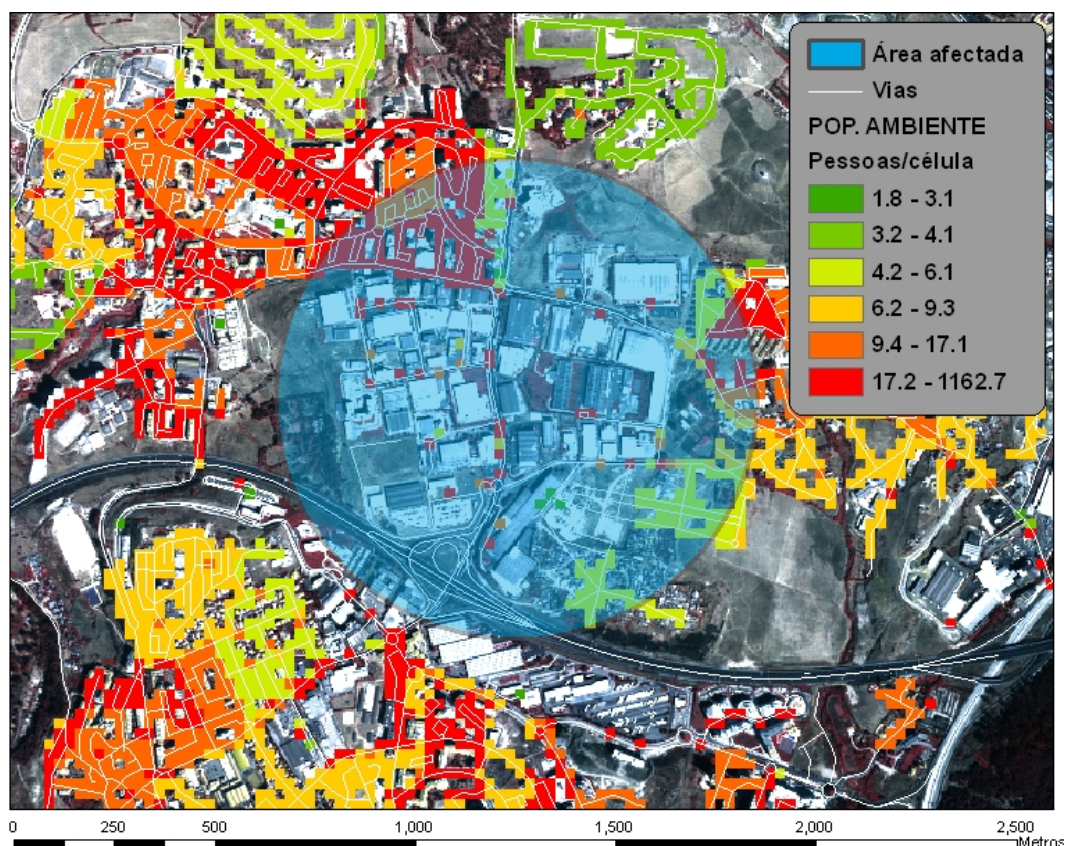


Figura 6. Cenário D.

Com base nas análises efectuadas em SIG dos cenários descritos, é possível comparar para o cálculo da população exposta os resultados da utilização directa dos dados dos censos 2001 ao nível da secção estatística (usando simples interpolação zonal) com os obtidos usando os dados do modelo (Tabela 2).

Tabela 2. População total potencialmente afectada em cada cenário.

Cenários	População exposta			
	Dados INE (Secção)	Dados modelo (Pop. diurna)*	Diferença (pessoas)	Diferença (%)
A	2144	3950	1806	84%
B	22841	28944	6113	26%
C	86	2151	2065	2400%
D	4471	6106*	1635	37%

* No cenário D foi usada a superfície de população ambiente de base semanal.

Em todos os cenários apresentados verificam-se discrepâncias significativas nos valores de população obtidos usando os dados do modelo *versus* utilização

directa dos dados censitários. Nos cenários relativos a eventos diurnos (A, B, e C), o uso dos dados do INE resulta numa sub-estimação importante da população exposta, fornecendo uma base provavelmente irrealista que levaria a sub-dimensionar a resposta dos serviços de emergência.

Mesmo numa ocorrência mais dilatada no tempo (cenário D), a utilização dos dados do modelo (população ambiente) indica uma população média afectada nesse período 37% superior àquela identificada apenas com base nos dados censitários.

Para além da utilidade demonstrada no domínio da gestão de emergências, no campo da Saúde estes dados poderiam ter múltiplas utilizações [7]: em epidemiologia; em estudos que relacionem saúde pública e factores ambientais com incidência localizada; na análise da capacidade dos serviços *versus* população na área de influência, designadamente considerando a variação temporal de população nessa área no dimensionamento da capacidade de resposta de unidades existentes; consideração da distribuição diurna da população como critério para localização de unidades de saúde, nomeadamente das de proximidade (e.g., centros de saúde e respectivas extensões).

5. Conclusões

Como a população não é estática, as actividades de protecção civil e segurança beneficiariam da utilização de dados fiáveis possuindo desagregação espacial e temporal acrescida para estimação das vulnerabilidades humanas.

A abordagem implementada, baseada em dados oficiais, permite modelar com assinalável rigor as distribuições diurnas e nocturnas da população, e suporta análise à escala local. Esta abordagem modela ainda correctamente as pessoas que trabalham no domicílio, por oposição a considerar população activa como ausente da residência. O principal valor destes resultados reside na sua elevada desagregação e resolução espacial, no facto das distribuições nocturnas e diurnas terem a mesma bases espacial de referência, e na aproximação com maior detalhe e realismo da distribuição populacional no período diurno, o que possibilita análises mais rigorosas nesse período. A combinação das duas distribuições resulta ainda numa única métrica que aproxima uma representação da população ambiente. O modelo cumpre ainda os requisitos necessários para desagregar

população em superfícies – não existência de valores negativos e preservação dos totais por zonas de origem.

Dada a disponibilidade e características dos dados em Portugal, esta metodologia pode ser aplicada a qualquer concelho das Áreas Metropolitanas de Lisboa e Porto, praticando-se as precauções referidas.

Futuras versões beneficiariam da modelação melhorada de actividades distribuídas (i.e., limpeza, segurança, etc.) e incorporação da população nos transportes, envolvida em outras actividades (compras, lazer) e deslocada da habitação ou trabalho, bem como de segmentações temporais acrescidas (e.g., no ciclo diário ou variações sazonais). A existência de informação origem-destino mais desagregada, além de proporcionar modelação mais rigorosa da população residencial diurna, permitiria ainda representar e analisar cartograficamente fluxos de retorno ao domicílio que poderão ser relevantes nomeadamente para a resposta do sistema de saúde a ocorrências epidémicas. Na análise de vulnerabilidades humanas, seria ainda importante modelar a população envolvida em actividades no interior de edifícios e ao ar livre.

Agradecimentos

Este trabalho foi grandemente facilitado pela colaboração da GeoPoint Lda. Agradece-se também à Junta Metropolitana de Lisboa a cedência de informação relativa aos equipamentos escolares, proveniente do Sistema Metropolitano de Informação Geográfica – Grande Área Metropolitana de Lisboa.

6. Referências bibliográficas

1. Balk, D. L., U. Deichmann, G. Yetman, F. Pozzi, S. I. Hay e A. Nelson, 2006. Global mapping of infectious diseases: methods, examples and emerging applications (Hay, S.I., Graham, A.J. e Rogers, D.J., Eds). *Advances in Parasitology*, vol. 62. London: Academic Press, pp. 119-156.
2. Bhaduri, B., E. Bright, P. Coleman, e J. Dobson, 2002. LandScan: Locating People is What Matters. *Geoinformatics*, Vol. 5, No. 2, pp. 34-37.
3. Chen, K., McAneney J., Blong R., Leigh R., Hunter L., e Magill C., 2004. Defining area at risk and its effect in catastrophe loss estimation: a dasymetric mapping approach. *Applied Geography*, 24:97-111.
4. Dobson, J. E., E. A. Bright, P. R. Coleman, R. C. Durfee, e B. A. Worley, 2000. A Global Population Database for Estimating Population at Risk. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 66(7): 849-857.
5. FEMA, 2004. Using HAZUS-MH for Risk Assessment. Technical Manual, FEMA 433. Washington, DC: Federal Emergency Management Agency. Disponível em www.fema.gov/HAZUS.
6. Fisher, P. F., e Langford, M., 1996. Modeling sensitivity to accuracy in classified imagery: A study of areal interpolation by dasymetric mapping. *The Professional Geographer*, 48: 299–309.

7. Freire S., 2007. O Projecto DemoCarto: modelação a alta resolução das Distribuições Diurna e Nocturna da População para Planeamento e Tomada de Decisão. Congresso Internacional sobre Planeamento Urbano - Avaliação do Impacte na Saúde. Poster. Lisboa, Portugal, 23 Outubro.
8. INE (Instituto Nacional de Estatística), 2001. Recenseamento Geral da População e da Habitação. Lisboa.
9. INE (Instituto Nacional de Estatística), 2003. Movimentos Pendulares e Organização do Território Metropolitano: Área Metropolitana de Lisboa e Área Metropolitana do Porto 1991-2001. Lisboa.
10. McPherson, T. N. e M. J. Brown, 2003. Estimating daytime and nighttime population distributions in U.S. cities for emergency response activities. Preprints: 84th AMS Annual Meeting, AMS, Seattle, WA, 10p.
11. NRC (National Research Council), 2007. Tools and Methods for Estimating Populations at Risk from Natural Disasters and Complex Humanitarian Crises. Report by the National Academy of Sciences, Washington, D.C.: National Academy Press, 264 p.
12. Oliveira, C. S., F. Mota de Sá, e M. A. Ferreira, 2005. Application of two different vulnerability Methodologies to Assess Seismic Scenarios in Lisbon. Proceedings of 250th Anniversary of the 1755 Lisbon Earthquake. November 1-4, Lisbon, Portugal.
13. Sutton, P., C. Elvidge, e T. Obremski, 2003. Building and evaluating models to estimate ambient population density. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 69(5): 545-553.
14. Tobler, W. R., 1979. Smooth Pycnophylactic Interpolation for Geographical Regions. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, No. 367, pp. 530-535.

Utilização de Modelo Hidráulico Associado a um SIG para a Delimitação de Zonas Inundáveis

Fernanda Fiúza* e Maria Madalena Moreira

Universidade de Évora, Depart. Eng.ª Rural -Évora, Portugal

**Email: fernandafiuza@hotmail.com*

RESUMO

A nova Lei da Água refere a necessidade de incluir medidas de protecção contra cheias e inundações, ao nível da delimitação gráfica das áreas em que é proibida a edificação e aquelas em que a edificação é condicionada para segurança de pessoas e bens, nos Planos Específicos de Gestão das Águas, complementares dos Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica (artigo 40.º) por forma a alcançar um dinâmico equilíbrio natural. A Directiva de Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundações reforça a cooperação internacional na avaliação preliminar do risco de inundação para o meio ambiente, para os bens e actividades económicas e para a saúde pública nomeadamente as que afectam as ribeiras em meio urbano. Face a estas leis, o presente estudo constitui uma contribuição para a delimitação das zonas inundáveis num troço de jusante da Ribeira de Asseca para um período de retorno igual a um século. Em termos metodológicos, o trabalho desenvolve-se com a aplicação do modelo hidrológico *HEC-HMS 3.1.0* e do modelo hidráulico *HEC-RAS 3.1.3* associados ao Sistema de Informação Geográfica *ArcView GIS 3.2*, para o cálculo do caudal de ponta e delimitação das zonas inundáveis num troço de jusante da Ribeira de Asseca, respectivamente. Como resultado, é apresentada a delimitação da zona inundável num troço de jusante da Ribeira de Asseca para um período de retorno igual a cem anos.

Palavras-chave: *ArcView, bacia hidrográfica, caudal de ponta de cheia, zonas inundáveis, HEC-HMS, HEC-RAS*

1. INTRODUÇÃO

Apresenta-se o procedimento e o resultado para a delimitação das zonas inundáveis num troço de jusante da Ribeira de Asseca, um afluente do Rio Tejo, localizada no distrito de Santarém, para um período de retorno igual a cem anos. Tendo como base a aplicação de *softwares* livres, nomeadamente o modelo hidráulico *River Analysis System* (HEC-RAS 3.1.3) e o modelo hidrológico *Hydrologic Modeling System* (HEC-HMS 3.1.0), desenvolvidos pelo *Hydrologic Engineering Center* (HEC), que é uma divisão do *Institute for Water Resources* (IWR), *U. S. Army Corps of Engineers* (USACE), associados ao Sistema de Informação Geográfica *ArcView GIS 3.2*.

Em linhas gerais, o estudo foi realizado através das seguintes etapas, contudo, algumas foram desenvolvidas com um menor rigor que inicialmente se desejava, consequência da qualidade do levantamento topográfico e da carta de ocupação de solo:

1. Geração automática da rede de drenagem e da bacia hidrográfica a partir do Modelo Digital de Elevação (DEM) através da aplicação da extensão *HEC-GeoHMS 1.1* do *software ArcView GIS 3.2*;
2. Cálculo do hidrograma de cheia nas secção em estudo através da aplicação do modelo hidrológico *HEC-HMS 3.0* à bacia hidrográfica da Ribeira de Asseca;
3. Preparação da informação referente à geometria da rede de drenagem para introdução no *HEC-RAS 3.1.3*, através da aplicação da extensão *HEC-GeoRAS 3.1* do *software ArcView GIS 3.2*;
4. Modelação da superfície livre através da aplicação do modelo hidráulico *HEC-RAS 3.1.3* ao troço em estudo;
5. Delimitação das zonas inundáveis, através da aplicação da extensão *HEC-GeoRAS 1.1* do *software ArcView GIS 3.2*.

Para proceder à etapa do cálculo do caudal de ponta de cheia é necessário introduzir dados adicionais ao programa *HEC-HMS*, nomeadamente a área da bacia hidrográfica, o número de escoamento, o tempo de resposta da bacia e os dados meteorológicos.

A extensão *HEC-GeoHMS 1.1* desenvolvida para o *ArcView GIS 3.2* pelo Dr. Maidment e Dr. Olivera [1] permite a delimitação da bacia hidrográfica da Ribeira de Asseca e o traçado da linha de água principal, e prepara os dados hidrológicos para posteriormente determinar o caudal de ponta de cheia no modelo hidrológico *HEC-HMS 3.1.0* através de dois ficheiros com formato *ASCII*. O primeiro com a informação geográfica dos limites da bacia hidrográfica e da rede de drenagem e o segundo com a informação geográfica associada aos elementos hidrológicos. Os ficheiros, quando utilizados no programa *HEC-HMS 3.1.0* permitem visualizar automaticamente a rede de bacias e sub-bacias interligadas por segmentos da rede de drenagem, gerando um modelo de bacia e um modelo meteorológico, os quais possuem atributos associados.

Para a modelação da superfície livre através do modelo hidráulico *HEC-RAS 3.1.3*, aplica-se a extensão *HEC-GeoRAS 3.1* desenvolvida para o *ArcView GIS 3.2* pelo USACE [2] especificamente projectada para processar os dados de

informação geográfica a usar no modelo hidráulico *HEC-RAS 3.1.3*. A extensão permite criar ficheiros com a geomorfologia do troço da linha de água com base no modelo digital do terreno (MDT) e a informação complementar como o revestimento da linha de água, nomeadamente o escoamento principal, as margens, as linhas de escoamento e as secções transversais. Estes dados serão importados para o *HEC-RAS 3.1.3*.

A importação dos resultados do modelo hidráulico para a extensão *HEC-GeoRAS 3.1* no *ArcView GIS 3.2*, em conjunto com o MDT, permite o processamento do perfil da superfície livre ao longo da linha de água, delimitando a superfície do solo inundada.

O trabalho encontra-se organizado em cinco capítulos. O presente capítulo é dedicado à justificação do trabalho bem como, à apresentação dos objectivos do trabalho. No capítulo 2 desenvolve-se o enquadramento geral e específico da directiva 2007/60/CE. No capítulo 3 apresenta-se o estudo hidrológico da bacia hidrográfica da Ribeira de Asseca aplicando o *HEC-HMS 3.1.0* e desenvolve-se a metodologia utilizada para se alcançar o objectivo do trabalho. No capítulo 4 abordam-se aspectos essenciais sobre a delimitação de zonas inundáveis. Apresenta-se a estrutura geral da extensão *HEC-GeoRAS 3.1*, e a metodologia para a delimitação das zonas inundáveis. No capítulo 5 são apresentadas as considerações finais da aplicação do modelo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Na elaboração e posteriormente na aprovação da directiva 2007/60/CE com entrada em vigor no dia 26 de Novembro de 2007 houve um conjunto de directivas, que tiveram um papel preponderante para a decisão das medidas adequadas à Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundações, nomeadamente a directiva do Conselho de 27 de Junho de 1985 relativa à avaliação dos efeitos de determinados projectos públicos e privados no ambiente – 85/337/CEE, a Directiva 96/82/CE de 9 de Dezembro de 1996 relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas, a Directiva-Quadro da Água do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Novembro de 2000 que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água e por último, a Directiva 2001/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Junho de 2001 relativa à avaliação dos efeitos de determinados planos e programas no ambiente [3].

Com a legislação vigente é possível a aprovação de procedimentos de avaliação ambiental a nível do planeamento e da programação que irá beneficiar as empresas, proporcionando assim, um quadro de funcionamento mais coerente pela inclusão das informações ambientais pertinentes no processo de tomada de decisão por forma a contribuir para soluções mais eficazes e sustentáveis. “Os diferentes sistemas de avaliação ambiental aplicados nos Estados-Membros deverão conter um conjunto comum de requisitos processuais necessários ao contributo para um nível elevado de protecção do ambiente” [4].

3. MODELAÇÃO HIDROLÓGICA

Para o cálculo do caudal de ponta de cheia da Ribeira de Asseca na secção em estudo é aplicado o *software HEC-HMS 3.1.0* associado às extensões *Register and Transform Tool*, *Geoprocessing*, *3D Analyst*, *Spatial Analyst* e *HEC-GeoHMS 1.1* do *ArcView GIS 3.2*.

Na preparação dos dados de entrada no modelo referido é necessário proceder a um conjunto de operações [5]:

1. Georeferenciação das cartas militares nº 352 (Almoster) e nº 364 (Cartaxo);
2. Traçado manual e digitalização da delimitação da bacia hidrográfica correspondente;
3. Preparação do modelo digital do terreno (MDT) com base na delimitação da bacia hidrográfica e da sua altimetria;
4. Transformação do modelo digital do terreno em modelo digital de elevação (DEM);
5. Geração de cinco séries de dados relativos às características da bacia hidrográfica (direcção de escoamento, acumulação de escoamento, definição da rede de drenagem, segmentação da rede de drenagem, delimitação da bacia hidrográfica);
6. Geração da rede hidrográfica e delimitação da bacia hidrográfica em formato vectorial.

3.1 Preparação dos Dados para a Entrada no Modelo Hidrológico *HEC-HMS 3.1.0*

A extensão *HEC-GeoHMS 1.1* permite criar o sistema de drenagem e a delimitação da bacia hidrográfica da Ribeira de Asseca na secção de referência.

A rede de drenagem é obtida após a eliminação das depressões com o aumento da cota dos pontos que formam depressões, ou seja, preenche as células do modelo digital de elevação evitando linhas ou pontos sem escoamento através da operação *Fill Sinks*; da definição da direcção do escoamento para cada célula do terreno tendo em conta que as partículas que se encontram numa dada célula podem tomar oito direcções de escoamento [1] através da operação *Flow Direction*; após a realização das operações é necessário determinar o número de células, localizadas a montante que drenam para determinada célula através da operação *Flow Accumulation*. Por último, caracterizar as células de acordo com o princípio de acumulação de escoamento, considerando que as células com elevada acumulação de escoamento fazem parte integrante da rede de drenagem, considera-se 10000 m² a área mínima de drenagem da bacia hidrográfica da Ribeira de Asseca através da operação *Stream Definition*.

Após a rede de drenagem é necessário proceder à delimitação da bacia hidrográfica. Para tal, é necessário dividir a rede de drenagem em segmentos. Estes segmentos são os troços limitados por duas junções sucessivas, uma junção e uma secção de referência ou uma junção e um limite da bacia de drenagem através da operação *Stream Segmentation*; e associar uma sub-bacia a cada um dos segmentos obtidos na operação anterior através da operação *Watershed Delineation*; transformar as sub-bacias em formato *raster* para o formato vectorial. Deste modo, as sub-bacias do tema *raster* formado na operação anterior

são delimitadas em *shapefile* através da operação *Watershed Polygon Processing*. Após a execução dessas operações é necessário transformar o tema matricial num tema vectorial, mas agora aplicado aos segmentos através da operação *Stream Segment Processing*. Todas estas operações são realizadas no menu *Terrain Processing* da extensão *HEC-GeoHMS 1.1*.

Após a execução das operações do menu *Terrain Preprocessing* é necessário proceder à extracção de toda a informação de dados espaciais de modo a importar para o *software HEC-HMS 3.1.0*. Para efectuar a extracção cria-se um novo projecto e uma nova directoria, que contenha: a secção de referência especificada, os ficheiros com os dados espaciais e a informação de que o novo projecto é gerado com base na rede hidrográfica existente.

Com o pré processamento do terreno obtém-se o ficheiro com todas as sub-bacias da bacia hidrográfica da Ribeira de Asseca (*watershd.Shp*). De acordo com a secção da Ribeira de Asseca de referência, foram associadas as sub-bacias que drenam para essa secção no qual resulta a delimitação da bacia hidrográfica relativa à secção em estudo, figura 1.

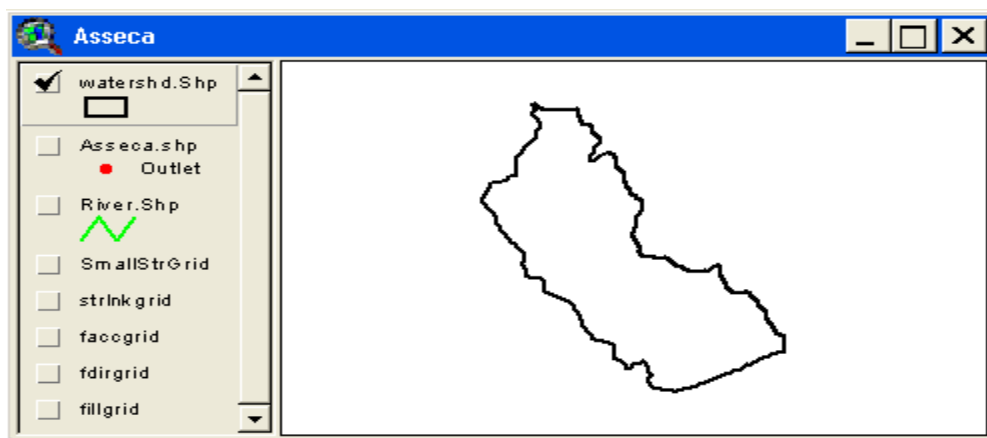


Figura 1 – Bacia hidrográfica da Ribeira de Asseca na secção de referência.

3.2 Modelo Hidrológico *HEC-HMS 3.1.0*

O Modelo *HEC-HMS 3.1.0* é constituído por três componentes: (1) o Modelo de Bacia que contém os elementos hidrológicos da bacia e os parâmetros do escoamento; (2) o Modelo Meteorológico que contém os dados da precipitação e da evapotranspiração; e (3) as Especificações de Controlo que caracteriza o instante inicial, o instante final e o intervalo de tempo da simulação [6].

3.2.1 Modelo de Bacia

No Modelo de Bacia introduz-se os dados calculados nos quatro campos existentes: o *Subbasin*, o *Loss*, o *Transform* e o *Options*, figura 2.

No campo *Subbasin* introduz-se a área da bacia hidrográfica da Ribeira de Asseca. As perdas iniciais foram calculadas pelo Método *SCS Curve Number* (seleccionado na opção *Loss Method*). Para estudo da resposta hidrológica da

bacia à precipitação intensa foi aplicado o Método *SCS Unit Hydrograph* (seleccionado na opção *Transform Method*).

No campo *Loss* introduz-se o valor do número de escoamento e a percentagem da impermeabilização da superfície do solo. Por fim, no campo *Transform*, introduz-se o tempo de resposta da bacia, figura 2.

Foi atribuída a designação de *secção de referência* ao elemento junção, figura 3.

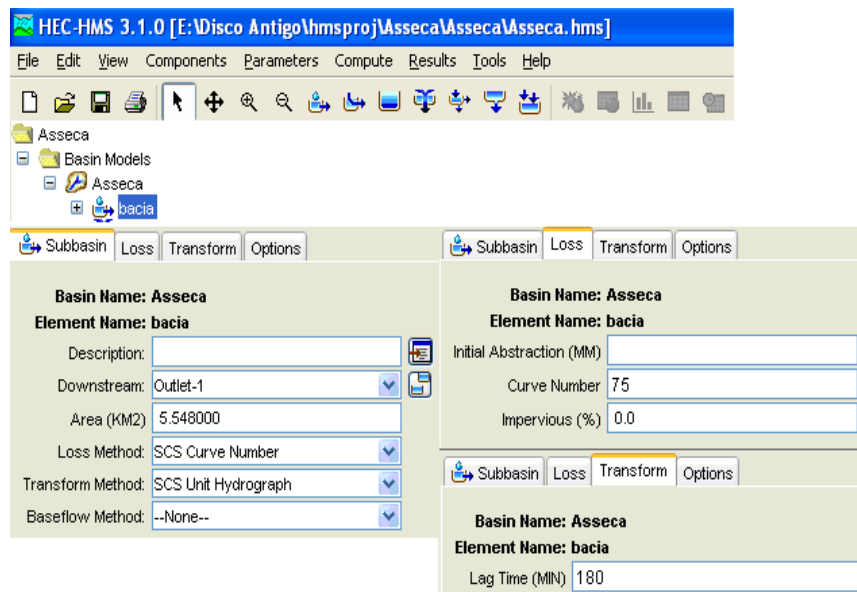


Figura 2 – Campos de informação do modelo de bacia.

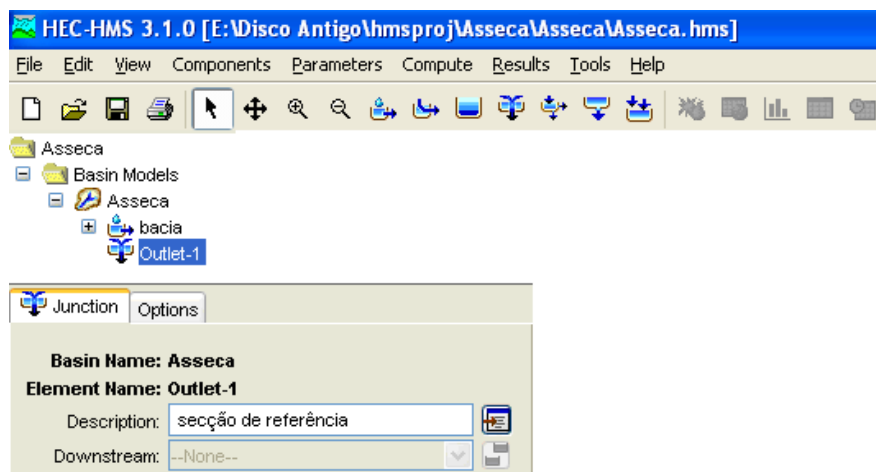


Figura 3 – Janela do elemento junção.

3.2.2 Modelo Meteorológico

Esta componente tem como objectivo a introdução dos dados relativos ao modelo meteorológico.

Para criação do modelo meteorológico é necessário preencher o campo *Meteorologic Model* e o campo *Basins*, através da operação *Meteorologic Model Manager* do menu *Components*, figura 4.

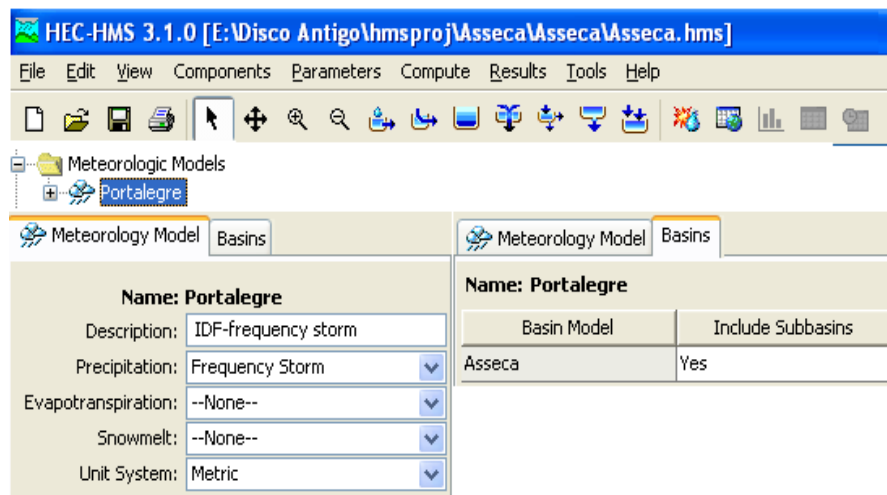


Figura 4 – Campo de preenchimento do modelo meteorológico.

No campo *Meteorology Model*, selecciona-se o método *Frequency Storm* na opção *Precipitation* para caracterização da chuvada sintética e selecciona-se o sistema de unidades métrico na opção *Unit System*. No campo *Basins* confirma-se o estudo de todas as sub-bacias componentes da bacia hidrográfica relativa à secção de referência.

A bacia hidrográfica da Ribeira de Asseca é influenciada pelo posto meteorológico de Portalegre, sendo por isso introduzidos os dados que caracterizam a precipitação nesse posto, figura 5. Para um período de retorno igual a 100 anos (na opção *Probability* selecciona-se *1 Percent*), as constantes da curva Intensidade-Duração-Frequência são apresentadas na tabela 1 [7]. Para o tratamento de dados, as curvas IDF são discretizadas e são introduzidos na opção *Precipitation* pares de valores de duração da precipitação e correspondente intensidade de precipitação.

Tabela 1 – Constantes da curva IDF para o posto meteorológico de Portalegre e período de retorno de 100 anos.

Duração	A	B
5-30 min	287.78	-0.404
30-6 h	884.39	-0.739

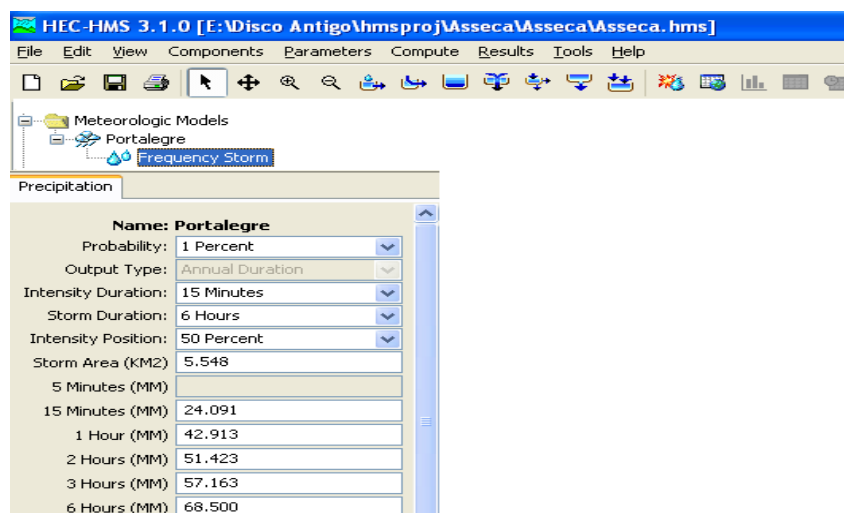


Figura 5 – Dados de informação da precipitação.

Para o hidrograma unitário adimensional considera-se o tempo de duração da precipitação igual a 15 minutos (opção *Intensity Duration*). Sendo, por isso o passo de cálculo no tempo igual a 15 minutos [8].

Selecciona-se o período de 6 horas para o tempo de duração total da precipitação útil do evento em estudo, com base no valor do tempo de concentração calculado (opção *Storm Duration*). Relativamente ao hietograma de projecto considera-se o apresentado no modelo hidrológico *HEC-HMS 3.1.0* por defeito (opção *Intensity Position*), correspondente à ocorrência do máximo de precipitação no instante médio da chuvada [8]. O valor da área da bacia hidrográfica é introduzido na opção *Storm Área*, figura 5.

3.2.3 Especificações de Controlo

Na componente especificações de controlo é introduzida a informação sobre o período de simulação, figura 6.

No campo *Control Specifications* introduz-se a data e hora de início e de final da simulação, e define-se o passo de cálculo da simulação. Esta operação é realizada através do menu *Components*, figura 6.

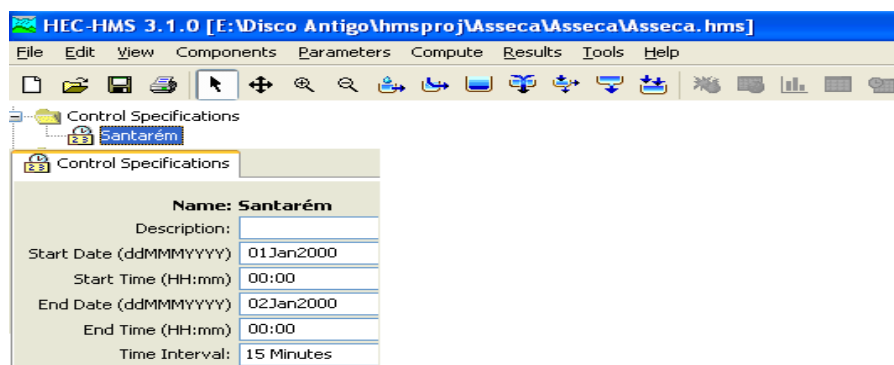


Figura 6 – Dados de informação das especificações do controlo.

3.2.4 Determinação do Caudal de Ponta de Cheia

Após a introdução dos dados é executado o modelo hidrológico para o cálculo do caudal de ponta de cheia.

Os resultados da simulação são o valor do caudal de ponta de cheia, o instante de ocorrência e o volume total de escoamento, o valor da precipitação total, das perdas de precipitação e o das perdas efectivas (figura 7), e o hidrograma de cheia apresentado graficamente, figura 8.

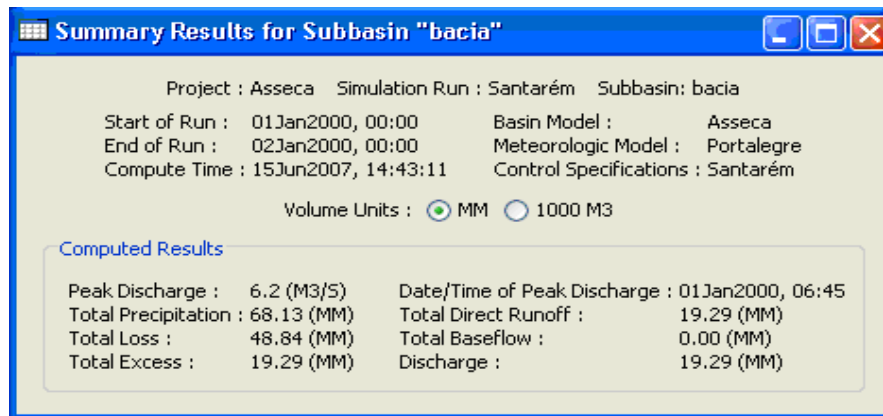


Figura 7 – Resultados da modelação hidrológica – características da ponta de cheia.

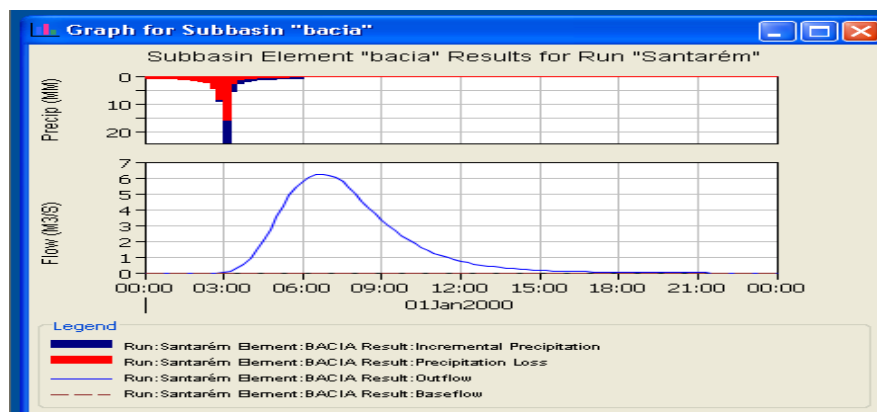


Figura 8 – Resultados da modelação hidrológica – Hidrograma de cheia.

4. DELIMITAÇÃO DAS ZONAS INUNDÁVEIS

Neste ponto será exposto todo o procedimento realizado no cálculo da delimitação das zonas inundáveis num troço de jusante da Ribeira de Asseca, figura 9, através da extensão *HEC-GeoRAS 3.1* do *ArcView GIS 3.2* e do *software HEC-RAS 3.1.3*.

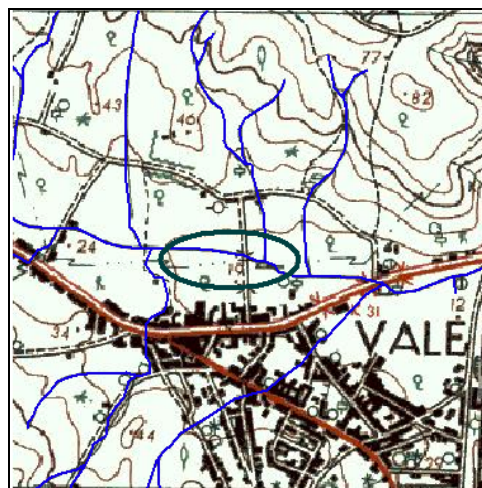


Figura 9 – Planta do troço de estudo da Ribeira de Asseca.

4.1 Introdução à Extensão HEC-GeoRAS 3.1

O *HEC-GeoRAS 3.1* é uma extensão do *ArcView GIS* (*Environment Systems Research Institute*, 1996) especificamente projectada para processar os dados de informação geográfica a usar no modelo hidráulico *HEC-RAS 3.1.3*. A extensão permite, aos utilizadores, criar ficheiros com a geomorfologia do troço da linha de água em estudo com base no MDT e na informação complementar como o revestimento da linha de água. Estes dados serão importados para o *HEC-RAS 3.1.3*. Após a aplicação do modelo hidráulico a extensão referida processa os resultados exportados do modelo [2].

A interface gráfica para o utilizador permite a criação de uma série de temas fundamentais: o escoamento principal, as margens (opcional), as linhas de escoamento (opcional), e as secções transversais. Poderão ser criados outros temas com informação adicional, como: o uso do solo, o alinhamento dos diques e as áreas de armazenamento.

A importação dos resultados do modelo hidráulico para a extensão *HEC-GeoRAS 3.1*, em conjunto com o MDT, permite o processamento do perfil da superfície livre ao longo da linha de água, delimitando a superfície do solo inundada. É ainda possível, o traçado do diagrama de velocidades nas secções transversais, dados exportados das simulações do *HEC-RAS 3.1.3* [2].

Esta informação disponibiliza o traçado das zonas inundáveis, permitindo estudos no âmbito dos danos causados pela inundação, da restauração dos ecossistemas, e da prevenção e resposta atempada a eventos de cheia.

4.2 Caracterização Geomorfológica do Troço de Jusante da Ribeira de Asseca

Os dados geomorfológicos do troço em estudo, para introdução no modelo hidráulico *HEC-RAS 3.1.3*, são obtidos com base no modelo digital do terreno [9]. A linha de água principal é gerada com base no MDT, identificando as linhas que constituem o talvegue, figura 10. As margens são geradas com base no MDT, identificando as linhas de festo e pretendem definir o canal natural principal, figura 11. As linhas de escoamento são traçadas de modo a identificar o escoamento na margem esquerda, na margem direita e no canal principal, figura 12. A localização das secções transversais num troço de jusante da Ribeira de Asseca a considerar deve ter em conta as características das linhas de água, procurando escolher as secções a estudar de modo a que os troços entre secções sejam considerados com características praticamente constantes. São representadas treze secções transversais em planta por linhas de corte que devem ser perpendiculares à direcção de escoamento, figura 13. As secções transversais são representadas com base no MDT e nas linhas de escoamento.

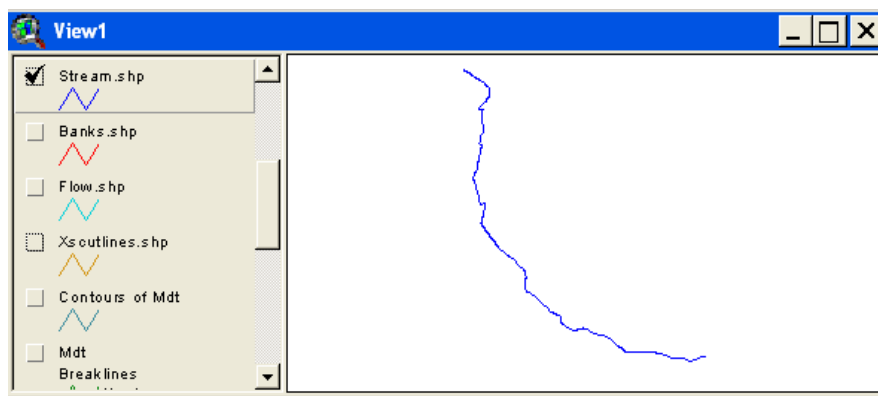


Figura 10 – Linha de água principal.

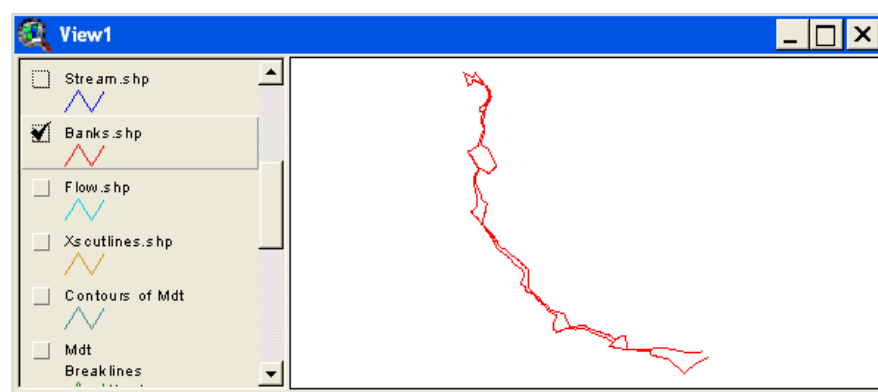


Figura 11 – Margens.

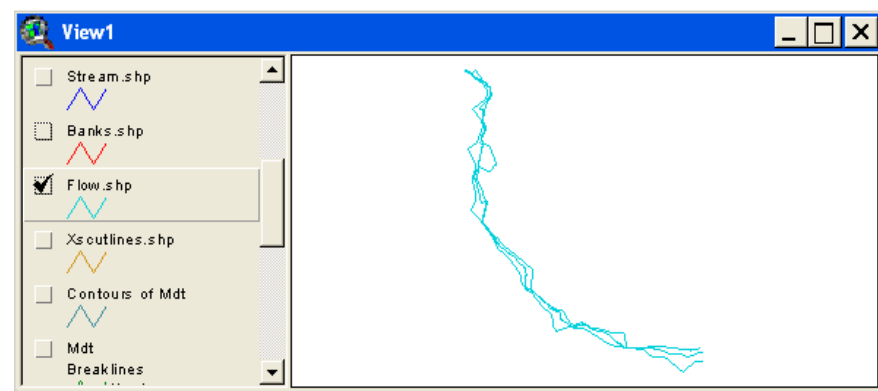


Figura 12 – Linhas de escoamento.

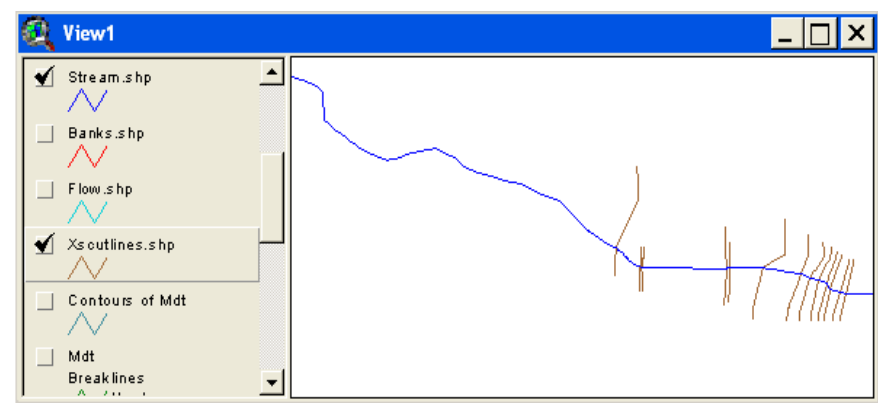


Figura 13 – Secções transversais.

Esta informação tem de ser preparada para introduzir no *HEC-RAS 3.1.3*. É necessário verificar se os temas estão correctamente especificados e atribuir os dados processados [2].

No tema linha principal estabelece-se a conectividade e a orientação do escoamento (montante e jusante) da Ribeira e transforma-se o ficheiro em três dimensões por extracção dos dados da altimetria com base no modelo digital do terreno.

No tema secções transversais calcula-se as propriedades geométricas para todas as secções transversais, nomeadamente a identificação das linhas de água, a identificação das secções transversais, a localização das margens nas secções transversais e a distância entre secções transversais. Por fim, é necessário transformar o ficheiro a duas dimensões num ficheiro a três dimensões.

Após a realização da metodologia descrita anteriormente, procede-se à criação do ficheiro de importação para o *HEC-RAS 3.1.3* (*Writing the RAS GIS Import File*).

4.3 Aplicação do Modelo Hidráulico HEC-RAS 3.1.3

Procede-se à importação e edição dos dados geométricos no *HEC-RAS 3.1.3*.

4.3.1 Modelação Hidráulica

Para a resolução do modelo hidráulico, em regime permanente, é necessário introduzir o valor de *Manning* que caracteriza a Ribeira de Asseca, figura 14, e o valor do caudal de ponta de cheia figura 15.

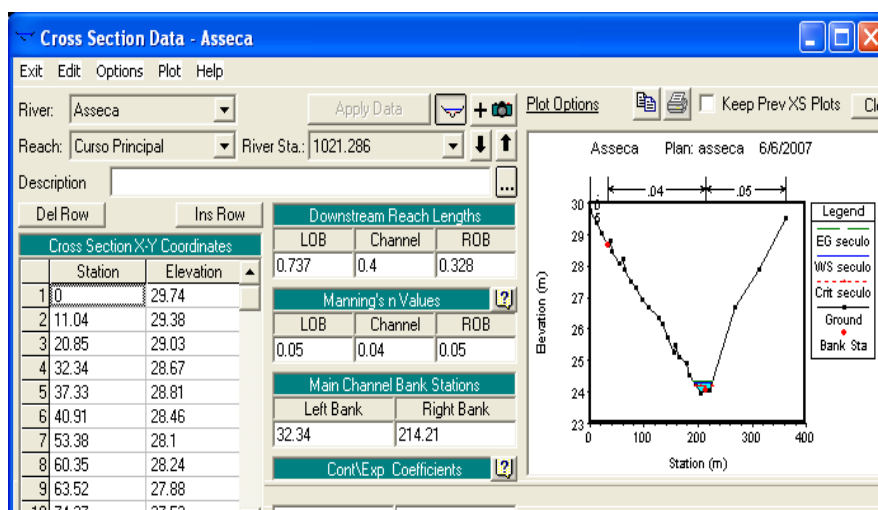


Figura 14 – Dados das secções transversais.

Steady Flow Data - asseca

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (2000 max): Reach Boundary Conditions

Locations of Flow Data Changes

River:

Reach: River Sta.:

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates	
River	Reach	RS	seculo	
1 Asseca	Curso Principal	1021.286	6.2	

Figura 15 – Dados de escoamento uniforme.

É, ainda, necessário introduzir as condições de fronteira (*Reach Boundary Conditions*, figura 15). Nesta simulação opta-se por seleccionar a opção *Normal Depth* (figura 16) o que significa que as secções de montante e jusante apresentam a altura uniforme, sendo introduzido os declives dos troços de montante e jusante para cálculo da altura uniforme correspondente.

Para finalizar a introdução de dados hidráulicos, é necessário escolher o tipo de regime de escoamento potencial que neste caso considera-se rápido e/ou lento (*Mixed*), figura 17 [10] e [11].

Steady Flow Boundary Conditions

☒ Set boundary for all profiles ☐ Set boundary for one profile at a time

Available External Boundary Condition Types

Selected Boundary Condition Locations and Types

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Asseca	Curso Principal	all	Normal Depth S = 0.028	Normal Depth S = 0.042

Enter to accept data changes.

Figura 16 – Dados das condições de fronteira.

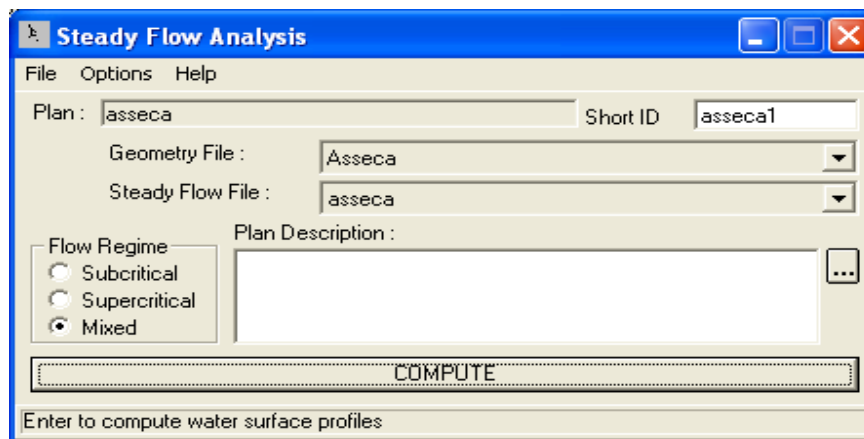


Figura 17 – Regime de escoamento.

Na figura 18 são apresentados, em forma de tabela, os resultados relativos às secções transversais do troço em estudo e na figura 19 é apresentado o perfil da superfície livre calculado.

HEC-RAS Plan: jus River: Asseca Reach: Curso Principal Profile: seculo								
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)
Curso Principal	1021.286	seculo	6.20	23.98	24.28	24.22	24.32	0.013858
Curso Principal	1021.08*	seculo	6.20	23.97	24.27		24.32	0.014197
Curso Principal	1020.88*	seculo	6.20	23.97	24.27		24.32	0.013801
Curso Principal	1020.68*	seculo	6.20	23.96	24.27		24.31	0.013203
Curso Principal	1020.48*	seculo	6.20	23.96	24.26		24.31	0.014084
Curso Principal	1020.28*	seculo	6.20	23.95	24.26		24.31	0.014338
Curso Principal	1020.08*	seculo	6.20	23.95	24.26		24.30	0.013592

Figura 18 – Tabela com os resultados obtidos para cada secção transversal.

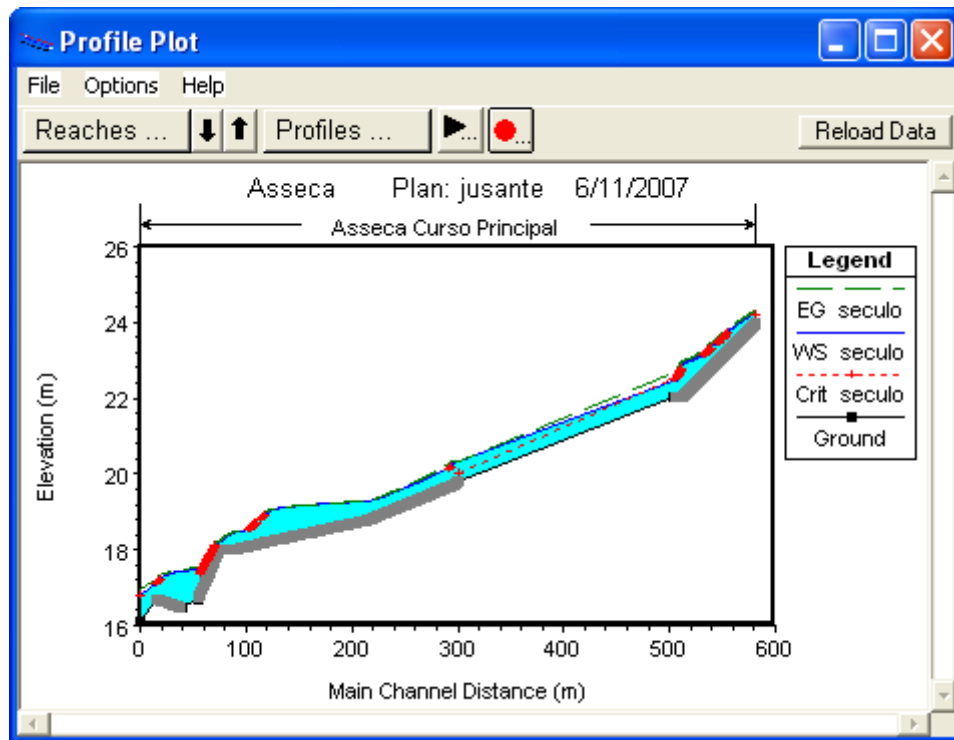


Figura 19 – Perfil hidráulico do troço da Ribeira de Asseca em estudo.

Após a computação bem sucedida do projecto, exportam-se os resultados para o ArcView 3.2.

4.4 Representação dos Resultados da Modelação Hidráulica

É criada uma série de dados relativos à rede de drenagem, às secções transversais e às margens para o pós-processamento dos dados do *HEC-RAS 3.1.3*, figura 20.

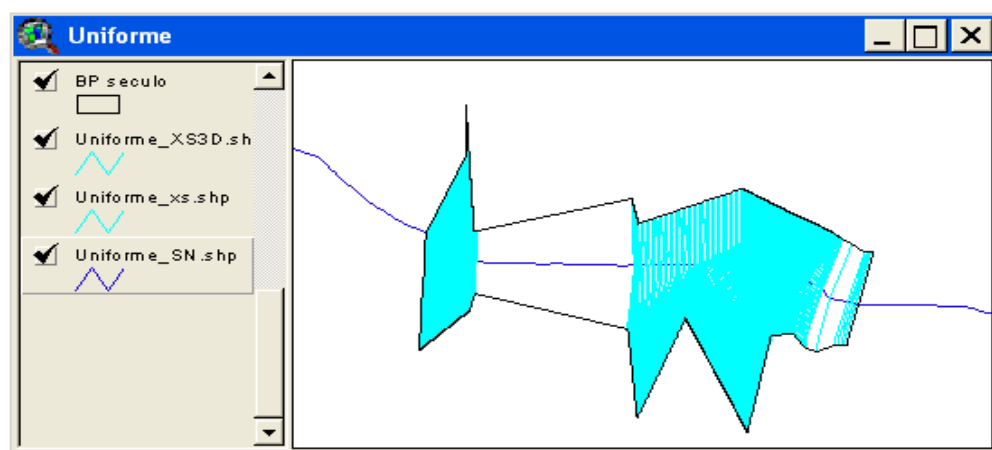


Figura 20 – Ficheiros do *HEC-RAS*.

4.4.1 Delimitação das Zonas Inundáveis

Com o perfil da superfície livre ao longo do troço de jusante da Ribeira de Asseca em estudo, para o período de retorno igual a 100 anos, é gerada a superfície livre do escoamento em formato *Triangular Irregular Network* (TIN), figura 21.

A delimitação das zonas inundáveis é obtida pela intercepção entre o modelo digital do terreno e a superfície livre, figura 22 [2]. Representa-se a zona inundável com uma área de 38069 m² sobre a carta militar, figura 23.

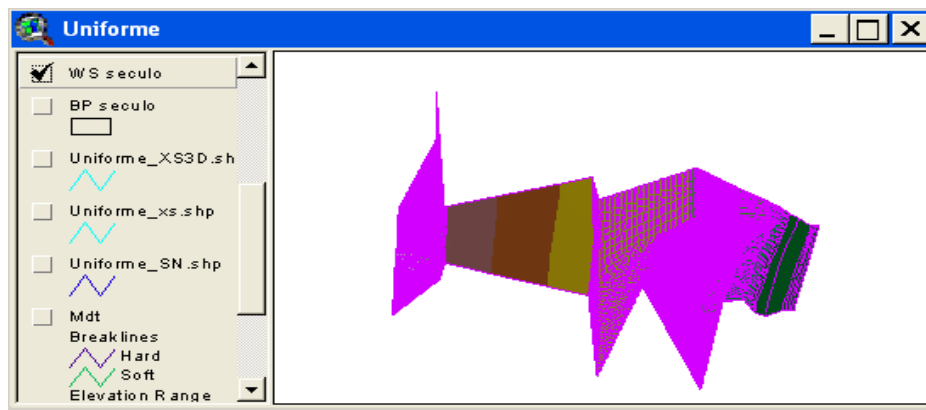


Figura 21 – Superfície livre da água.

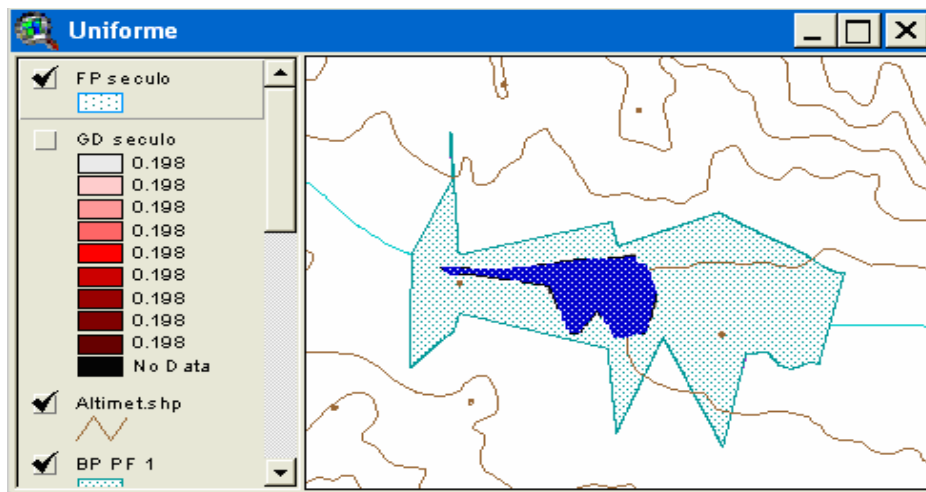


Figura 22 – Zona inundável num troço de jusante da Ribeira de Asseca.

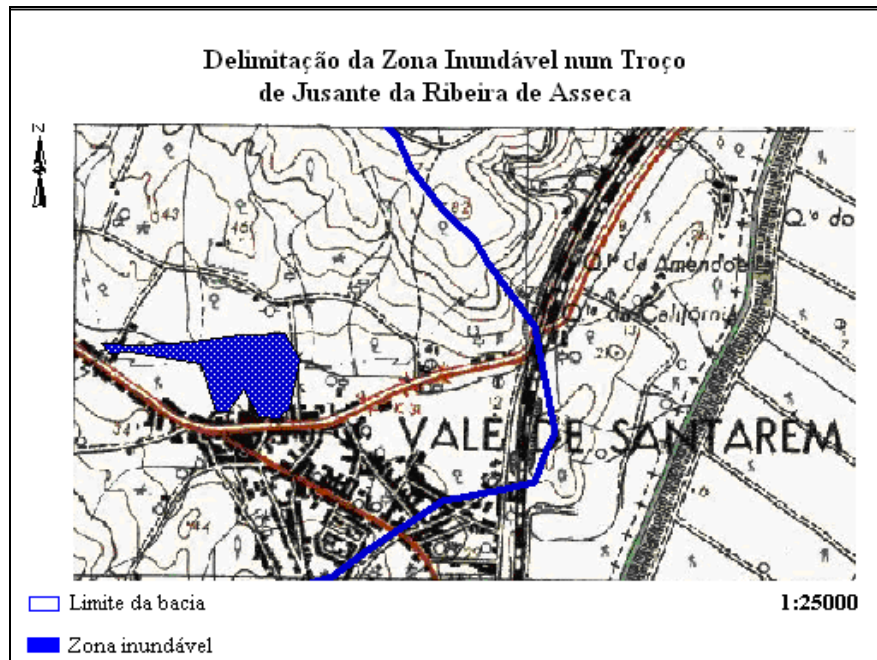


Figura 23 – Planta de identificação da zona inundável.

5. CONCLUSÕES

Para delimitação das zonas inundáveis de um troço de jusante da Ribeira de Asseca, opta-se pela aplicação do modelo hidrológico *HEC-HMS 3.1.0* para o cálculo do caudal de ponta de cheia referente a um período de retorno igual a cem anos e, na secção de jusante do troço em estudo e do modelo hidráulico *HEC-RAS 3.1.3* para determinar a superfície livre da veia líquida no troço em estudo para o caudal de ponta de cheia centenário.

No modelo hidrológico *HEC-HMS 3.1.0* foram aplicadas as curvas IDF obtidas para o Posto Udográfico de Portalegre por ser o posto, entre a informação disponível, que melhor representa as precipitações intensas sobre a bacia hidrográfica da Ribeira de Asseca.

Para determinação das zonas inundáveis num troço de jusante da Ribeira de Asseca foi aplicado o modelo hidráulico *HEC-RAS 3.1.3*. Foram identificadas treze secções transversais com informação da sua topografia, os valores dos coeficientes de *Manning* e o caudal de ponta de cheia. Após a introdução dos *inputs* no *software HEC-RAS 3.1.3*, foi obtida a superfície livre da veia líquida no troço em estudo.

O sistema de informação geográfica *ArcView GIS* associado ao modelo hidrológico *HEC-HMS* e ao modelo hidráulico *HEC-RAS* revela possuir poderosas ferramentas que permitem a caracterização, o estudo, a simulação da hidrodinâmica dos canais naturais de forma relativamente precisa e representativa da realidade fluvial.

Para o caudal de ponta de cheia de $6,20 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondente ao período de retorno igual a 100 anos, conclui-se que é delimitada uma zona inundável num troço de jusante da Ribeira de Asseca com 38069 m^2 .

Este resultado ocorre porque a bacia hidrográfica em estudo é de reduzida área e com baixa propensão para a ocorrência de cheias, como se corrobora nos valores obtidos pela caracterização geomorfológica.

6. REFERÊNCIAS

- [1] USACE., 2003. Geospatial Hydrologic Modeling Extension HEC-GeoHMS, User's Manual. Version 1.1, December.
- [2] Ackerman, C. T., 2002. HEC-GeoRAS, An extension for support of HEC-RAS using ArcView GIS. Version 3.1, October.
- [3] JOCE, 2007. Directiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2007 relativa à Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundações, Jornal Oficial das Comunidades Europeias.
- [4] Directiva 2001/42/CE – relativa à avaliação dos efeitos de determinados planos e programas no ambiente.
- [5] Calçada, M., Portela, M. e Matos, J., 2004. Análise de Cheias e Delimitação de Zonas Inundáveis em Timor-leste. Abordagem por Modelação Geográfica. CD VII Congresso da Água, APRH, Lisboa.
- [6] Feldman, A. D., Editor, 2000. Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Technical Reference Manual, March.
- [7] Brandão, C., Rodrigues, R. e Costa, J., 2001. Análise de Fenómenos Extremos Precipitações Intensas em Portugal Continental. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos, Lisboa.
- [8] Scharffenberg, W. A. and Fleming, M. J., 2006. Hydrologic Modeling System HEC-HMS, User's Manual, November.
- [9] Yang, J., Townsend, R.D. and Daneshfar B., 2006. Applying the HEC-RAS model and GIS techniques in river network floodplain delineation. Department of Civil Engineering, University of Ottawa.
- [10] Brunner, G. W., 2002. HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic. User's Manual. Version 3.1, November.
- [11] Warner, J. C., Brunner, G. W., Wolfe, B. C. and Piper, S. S., 2002. HEC-RAS, River Analysis System Applications Guide. Version 3.1, November.

SISTEMAS DE GESTÃO DE SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA – RISCO SÍSMICO NO CENTRO HISTÓRICO DE LAGOS.

VINAGRE BASÍLIO, Adelina

Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas

adelina.vinagre@ifap.min-agricultura.pt

RESUMO

Devido à sua localização geográfica, o Centro Histórico de Lagos encontra-se numa área de risco sísmico. De forma a avaliar e mitigar as consequências da ocorrência de um sismo, foi realizado um estudo pormenorizado do impacto sobre as construções da estrutura urbana e da comunidade do Centro Histórico. Perante os vários cenários de danos físicos e humanos, o trabalho desenvolvido centra-se na procura de mecanismos de apoio ao nível da gestão de situações de emergência.

A aplicação de metodologias com recurso a ferramentas informáticas, onde se destacam as potencialidades dos Sistemas de Informação Geográfica, resultou na integração de informação diferenciada, que permitiu a definição de um conjunto de técnicas e procedimentos que não só limitam os danos, mas também modificam o comportamento dos intervenientes nas operações de prevenção.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de Gestão de Situações de Emergência, Sistemas de Informação Geográfica, Risco Sísmico, Centro Histórico de Lagos.

1. Introdução

O projecto “Estudo do Risco Sísmico no Centro Histórico de Lagos” coordenado pelo Instituto de Ciências da Terra e do Espaço (ICTE) e com a participação do Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL), do Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa (CGUL) e do Centro Europeu de Riscos Urbanos (CERU), foi organizado em seis etapas principais de estudo: contexto sismotectónico regional, características geotécnicas no Centro Histórico de Lagos, perigosidade sísmica, efeitos de sítio, vulnerabilidade e fragilidades das tipologias, e cenários e simulações. O trabalho desenvolvido no âmbito de uma tese de mestrado em “Sistemas de Gestão de Situações de Emergência – Risco Sísmico no Centro Histórico da Cidade de Lagos” da

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, enquadra-se na última fase do projecto e centra-se nas questões relacionadas com a emergência, onde mediante os resultados obtidos, com recurso ao programa Essencial GEM (*Global Emergency Management*) e tendo em conta o Plano Municipal de Emergência e estratégias para evacuação da população, foi proposto contribuir para um melhor conhecimento da vulnerabilidade do Centro Histórico de Lagos, tendo em vista um planeamento adequado ao nível da prevenção, em caso de risco sísmico.

2. Cenários Assumidos e Estimativa de Danos

A área geográfica de estudo está centralizada no Centro Histórico da cidade de Lagos. A simulação de cenários sísmicos, com base em metodologias de modelação aplicada às características físicas e sociais do local, forneceu as estimativas dos danos nas estruturas edificadas e da sociedade afectada.

Os resultados da estimativa das intensidades indicam que a região do Banco de Goringe é a que gera maiores intensidades e que num período de 50 anos haverá 5% de probabilidade de ser excedida uma intensidade de VII a IX, e que o pior cenário corresponde a um período de 1500, onde haverá 5% de probabilidade de ser excedida a intensidade X [Rio *et al.* 2003]. A estimativa dos danos, para as respectivas intensidades estimadas, teve em conta a população residente, a tipologia dos edifícios e respectivas curvas de fragilidade, correspondentes a danos severos e edifícios colapsados e a estimativa da população afectada foi efectuada com base na população residente em cada quarteirão (Instituto Nacional de Estatística (INE) - Dados do Censos 2001), sendo o número de desalojados e mortos função da percentagem de edifícios colapsados e com danos severos [Rio *et al.*, 2003].

Em relação ao número de feridos, em caso de um sismo de grande intensidade, e segundo a metodologia de Coburn and Spence [2002], a percentagem esperada da população afectada, no caso de Centro Histórico de Lagos, para um total de 2507 residentes (INE - Dados do Censos 2001), por tipo de danos, traduz-se em:

Tabela 1 – Estimativa da população afectada, por tipo de danos, em caso de sismo de grande intensidade, para a região do Centro Histórico de Lagos (adaptado de Coburn and Spence [2002]).

Feridos ligeiros	50-70%	Entre 1253 e 1754 indivíduos
Feridos que requerem hospitalização	5-10%	Entre 125 e 250 indivíduos
Feridos graves	1-2%	Entre 25 e 50 indivíduos

As figuras seguintes representam respectivamente, para cada zona censos, e segundo os intervalos apresentados na legenda, a percentagem de edifícios com danos severos, edifícios colapsados, desalojados e mortos para a intensidade X.

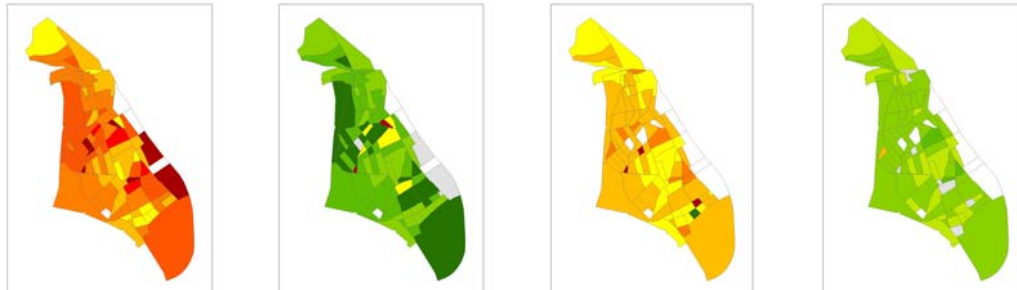
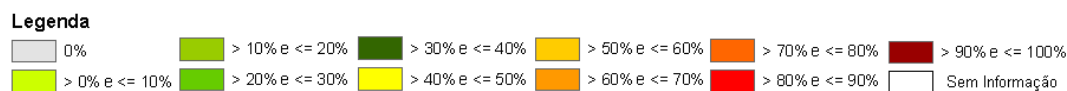


Figura 1 – Estimativa de edifícios com danos severos, edifícios colapsados, desalojados e mortos, para um sismo de intensidade X, no Centro Histórico de Lagos.



3. A Gestão da Emergência

Embora os Planos de Emergência, elaborados em suporte analógico, sigam na sua generalidade, um modelo estrutural e organizativo definido, a sua consulta pode revelar-se uma tarefa complexa e morosa. A introdução de Planos de Emergência informatizados veio proporcionar a simplificação da gestão de situações de emergência, sobretudo ao nível da consulta dos dados e da capacidade de planeamento e intervenção.

Para um correcto planeamento da emergência é necessário inventariar a informação relativa: (i) a órgãos intervenientes, (ii) a órgãos de apoio e outras entidades/organizações que, de alguma forma, interessam à segurança, (iii) meios e recursos disponíveis, (iv) conhecer a localização dos pontos críticos e/ou nevrálgicos, (v) proceder à identificação dos factores de risco, e, mediante os cenários mais prováveis, (vi) avaliar as possíveis consequências dos acidentes. Por outro lado, tendo em conta as várias hipóteses, é possível estabelecer um conjunto de medidas e procedimentos, aplicados a cada cenário, que permita aos intervenientes realizar um encadeamento de operações, de forma a mitigar as consequências do acidente.

A georreferenciação dos dados sobre a cartografia local, a aplicação de modelos de análise de risco, e respectiva visualização da evolução do acidente, a gestão de

meios e recursos, e a sintetização e esquematização de procedimentos, são algumas das potencialidades dos sistemas de gestão de situações de emergência; os quais, contendo a informação essencial respeitante ao Plano, já elaborado ou que se pretende elaborar, permitem estudar e planear a emergência, de uma forma mais objectiva. No conceito de gestão de situações de emergência estão englobadas todas as fases: a prevenção, a preparação, a resposta e a reabilitação.

3.1 Informação Considerada

Como exemplo de um sistema de gestão de situações de emergência, aplicado ao estudo do risco sísmico, foi utilizado o programa Essential GEM, que permite a visualização e análise de informação georreferenciada. Neste sistema foram integrados dados relativos ao Plano Municipal de Emergência, à cartografia local, a cenários assumidos e à estimativa dos danos, e de uma forma indirecta informação relativa ao contexto socio-económico e a estratégias para evacuação da população.

3.1.1 Plano Municipal de Emergência

O Plano Municipal de Emergência de Lagos, cedido pelo Serviço de Protecção Civil, é por definição um Plano Geral, elaborado para enfrentar a generalidade das situações de emergência que se admitem. A sua estrutura remete para anexos, grande parte dos elementos que interessam, à gestão da situação de emergência, nomeadamente: inventário de meios e recursos, entidades, organismos de apoio e lista de contactos (não disponibilizado), modelos de relatórios, lista de distribuição, equipamentos de saúde (não disponibilizado), telecomunicações, área de alojamento e acolhimento, recursos hídricos, infraestruturas áreas e aeronaves, órgãos de comunicação social e agências funerárias. As tarefas e procedimentos estão especificados no próprio Plano.

3.1.2 Cartografia Local

A cartografia cedida pela Câmara Municipal de Lagos consiste num ficheiro vectorial onde estão representados dados sobre a topografia, o edificado, os equipamentos, entre outros. O processo de validação consistiu essencialmente na verificação dos dados por nível de informação e na identificação de todos os

níveis representados. A etapa de integração comportou a importação dos dados para o SIG, a georreferenciação e a alteração dos atributos dos dados vectoriais.

3.1.3 Estimativa dos Danos

A informação geográfica vectorial é constituída por polígonos correspondentes à zona censos do Centro Histórico de Lagos aos quais se faz corresponder a informação relativa aos vários cenários de danos. Cada cenário constitui um nível de informação distinto.

3.1.4 Contexto Socio-Económico

Para além da identificação das zonas mais vulneráveis em caso de risco sísmico, o conhecimento de alguns dos elementos que caracterizam a estrutura socio-económica da região, permite extrair informação acerca das pessoas e dos bens que podem ser afectados. Com base na informação dos Censos 2001 (INE), referentes à região do Centro Histórico de Lagos, a caracterização efectuada realça alguns aspectos a reter, tendo em conta o cenário de risco sísmico: o Centro Histórico de Lagos é sobretudo uma área de habitação onde existem muitas pessoas e bens que podem ser afectados; existe um número significativo de pessoas com idade igual ou superior a 65 anos, as quais têm menor mobilidade e resistência, exigindo cuidados especiais; existe um número significativo de pessoas que não sabe ler nem escrever (o nível de instrução da população é importante na medida em que se traduz na atitude do indivíduo perante o risco); o comércio e os serviços constituem as principais actividades (a economia local depende do património histórico no espaço intramuralhas).

3.1.5 Estratégias para Evacuação da População

Logo após a ocorrência do sismo, ocorrem uma série de acções de evacuação instintivas, que são caracterizadas por: pânico, congestionamento do tráfego, desconhecimento sobre os lugares e espaços seguros, desconhecimento sobre os caminhos de evacuação seguros e incerteza quanto ao fim da permanência no refúgio e ao próximo destino.

Com o objectivo de mitigar estes problemas e assegurar uma evacuação de emergência mais rápida, segura e eficaz, algumas organizações europeias publicaram medidas e recomendações a aplicar no que diz respeito à selecção de

espaços de refúgio e de caminhos de evacuação, para edifícios com diferentes tipos de ocupação.

4. Resultados

A consulta da informação, respeitante ao Plano Municipal de Emergência e complementada com informação extraída da cartografia cedida, pode ser realizada por item, a partir de critérios de selecção predefinidos, de forma a tornar a pesquisa mais eficaz e menos extensa. Em cada item é possível aceder à seguinte informação específica:

Entidades: Inventário de todas as organizações que de alguma forma interessam à segurança, com especificação, sempre que possível, de: endereço, formas de contacto (telefónico, rádio ou outros), responsáveis, e localização geográfica. A sua classificação, por tipo, permite uma pesquisa direccionada com base na sua funcionalidade.

Instalações e Abrigos: Reúne o inventário das instalações, caracteristicamente relevantes, em termos de segurança e dos locais destinados a proporcionar alojamento provisório. Para cada uma das instalações, é ainda possível ter acesso à sua localização geográfica; ao contacto, em caso de necessidade; a autoridades responsáveis pelo estabelecimento da segurança física, em caso de acidente; a corpos de bombeiros que, em primeira instância, têm a responsabilidade de intervenção, e, em geral, que funções estão previstas, e quem as deve suportar ou realizar. Os abrigos constituem as áreas de alojamento e acolhimento indicadas no Plano Municipal de Emergência. Sempre que possível, é especificada a sua capacidade e localização geográfica, podendo ainda ser incluída informação relativa a infraestruturas básicas de apoio existentes nesses mesmos locais.

Recursos Materiais: Os recursos materiais encontram-se agrupados por sector, e subsector, segundo a classificação utilizada no Plano Nacional de Emergência. A referência à entidade que os tutela, e às respectivas instalações, permite conhecer a sua localização geográfica.

Recursos Humanos: Descreve os recursos humanos ligados à emergência, de que organização dependem, formas de contacto, funções que lhes estão atribuídas, formação e experiência entre outros.

Localizações: Por opção, neste item estão incluídos todos os equipamentos, infraestruturas e locais que não constam do Plano, mas que podem constituir pontos perigosos ou nevralgicos, estando disponível a sua localização geográfica.

Procedimentos: Descrevem-se as tarefas dos Grupos de Centro Municipal de Operações de Emergência e dos Órgãos da Direcção, estabelecidas no Plano Municipal de Emergência, onde se indica a relação entre grupo, local, tarefa e procedimento.

Incidentes: procura fornecer um conjunto de acções programadas, consideradas mais comuns, durante a fase de intervenção.

Os critérios utilizados na identificação e caracterização de possíveis espaços de refúgio e caminhos de evacuação, tiveram sobretudo em linha de conta de que se tratava de um Centro Histórico, onde a maioria dos seus edifícios se destina a habitação.

Antes de seleccionar os espaços de refúgio é necessário identificar e localizar todos os espaços livres existentes na região do Centro Histórico. Foram distinguidos de entre os espaços disponíveis quais os que tinham acesso directo, condicionado ou não, a partir do caminho de evacuação, e quais os espaços que apenas podiam ser acedidos a partir dos edifícios. À partida, os espaços com acesso directo e não condicionado a partir do caminho de evacuação, constituíam a melhor escolha para espaços de refúgio. No entanto, os espaços, que apenas podem ser acedidos a partir dos edifícios, podem constituir espaços de refúgio para quem neles habita. Em ambos os casos, os critérios de rejeição, devem ter em consideração a área dos espaços e a altura dos edifícios adjacentes. Desta forma é possível conhecer quantos espaços disponíveis existem, qual a sua área e qual a sua capacidade. A figura 2 mostra que os espaços com maior área e portanto com maior capacidade se situam na periferia do Centro Histórico. Os que se localizam junto à costa são no entanto desaconselhados; um estudo sobre os possíveis efeitos de um *tsunami*, poderá fornecer indicações importantes sobre os espaços a rejeitar.

Para além da sua localização, o cruzamento e a análise espacial da informação geográfica, permite identificar, quais as áreas servidas pelo espaço de refúgio. A Figura 3 mostra para cada espaço seleccionado, qual a área que se situa dentro da distância máxima recomendada, identificando ainda uma área de escolha

alternativa. A população que aí se encontre, pode optar por um dos dois espaços de refúgio.

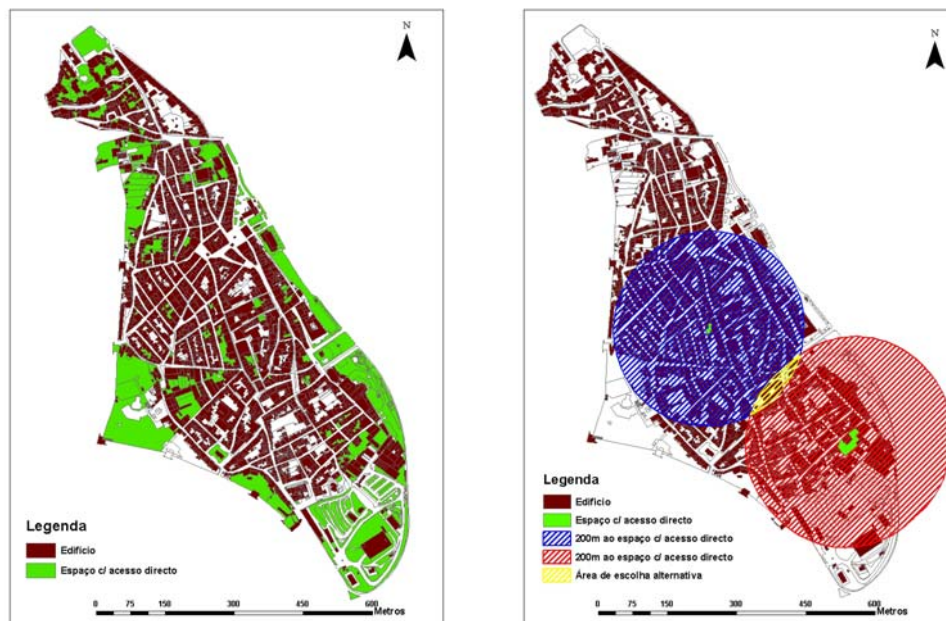


Figura 2 e 3 – Espaços com acesso e áreas servidas por espaços com acesso directo.

Embora os espaços disponíveis se distribuam por toda a região do Centro Histórico, é necessário avaliar a sua capacidade e a densidade populacional das áreas abrangidas.

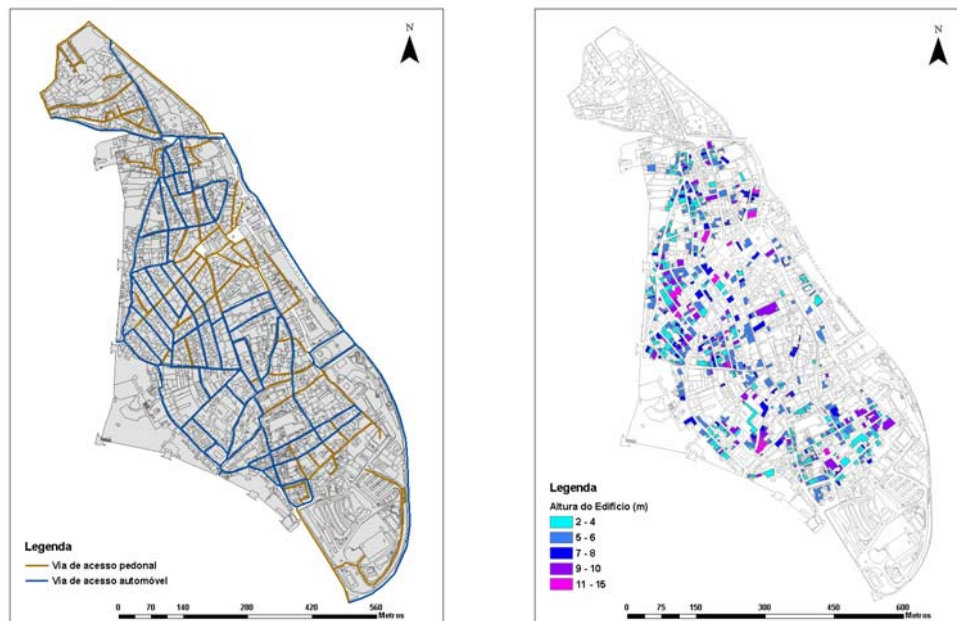
Os cenários de danos, em termos materiais (edifícios com danos severos e colapsados), e humanos (mortos e desalojados), fornecem um grande conjunto de informação sobre as possíveis consequências de um sismo que venha a ocorrer. Com efeito, essa informação permite avaliar os danos previsíveis nas estruturas edificadas, e nas pessoas, estimar as consequências sobre equipamentos e infraestruturas, e identificar pontos de risco acrescido. No que diz respeito ao planeamento da evacuação, o cruzamento dos vários níveis de informação geográfica e respectiva informação alfanumérica associada, permite visualizar informação crucial sobre: zonas com maior número de espaços de refúgio, pontos vitais para o socorro, ou pontos estratégicos, susceptíveis de registarem danos elevados. A figura 4 mostra que, por exemplo, para um sismo de intensidade X, o hospital poderá ser afectado, pelo que qualquer Plano deve ter em consideração este cenário. Por outro lado, o conhecimento das zonas com menor probabilidade de serem afectadas, pode contribuir para a selecção de vias de evacuação e espaços de refúgio.



Figura 4 – Equipamentos, infraestruturas e património ameaçado.

Relativamente à selecção dos caminhos de evacuação as principais questões que se colocam são: quais, se têm obstáculos, se podem ficar obstruídos, quais as vias destinadas aos veículos de emergência e quais os caminhos alternativos.

A rede de caminhos de evacuação do Centro Histórico, segundo os dados disponibilizados, é composta por vias de acesso pedonal e vias de acesso automóvel indicadas na figura 5. A informação sobre a altura dos edifícios é proveniente dos inquéritos realizados sobre a tipologia do parque edificado. A figura 6 mostra a sua distribuição ao longo dos caminhos de evacuação. A distância de segurança aos edifícios, como critério de selecção, de caminhos de evacuação, e espaços seguros de refúgio, constituem os principais parâmetros da análise espacial. Da mesma forma, através do cruzamento adicional, do nível sobre cenários de danos, nomeadamente sobre edifícios colapsados, é possível estimar quais as vias que podem vir a ficar obstruídas. A informação geográfica vectorial sem informação alfanumérica associada que serve de apoio e suporte ao sistema, assinala a localização das infraestruturas de emergência, dos equipamentos que requerem um planeamento de evacuação específico e dos obstáculos ou elementos naturais localizados ao longo das vias.



Figuras 5 e 6 – Informação sobre vias de acesso pedonal e vias de acesso automóvel e informação sobre altura dos edifícios.

A localização das infraestruturas de emergência determina quais as vias que devem estar desobstruídas e que se devem destinar exclusivamente à circulação dos meios de socorro. Tendo em conta todos estes factores, é possível indicar quais os caminhos de evacuação mais seguros e quais os caminhos de evacuação alternativos.

5. Conclusões

O conceito de gestão de situações de emergência, associado a metodologias implementadas, permite desenhar e conceber um sistema que constitui uma ferramenta importante de apoio ao planeamento e à decisão a ser utilizado na elaboração de um futuro Plano de Emergência para a região.

As limitações encontradas residiram sobretudo na qualidade da informação disponibilizada, fulcral para a credibilidade de todo o sistema. Os aspectos mais relevantes prendem-se com a ausência de uma estrutura de metadados e com a ausência de critérios de normalização. Contudo, os dados integrados foram tratados de forma a salvaguardar a integridade da informação e a poderem ser utilizados pelo sistema, constituindo uma das fases mais morosas da implementação do SIG.

O principal contributo do trabalho desenvolvido reside na aplicação prática das medidas e recomendações que servem de apoio à selecção de caminhos de evacuação e espaços de refúgio seguros, em caso de sismo.

Em relação ao projecto do risco sísmico no Centro Histórico de Lagos, os resultados obtidos devem ainda ser complementados com dados relativos a riscos induzidos, danos nas infraestruturas de abastecimento e fluxo da população.

Em suma, os sistemas de gestão de situações de emergência permitem o acesso rápido e simples à informação disponível, facilitam as tarefas de manutenção e proporcionam sínteses e análises para uma melhor avaliação da situação. No entanto, apesar de tornarem mais fácil a intervenção, não substituem os conhecimentos técnicos de quem elabora os planos de emergência.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Mendes Victor orientador da tese de mestrado. À empresa Certitecna, e em particular ao Eng.º Humberto Roque, pela disponibilização dos meios técnicos para a realização do trabalho. À Câmara Municipal e Protecção Civil de Lagos pela informação disponibilizada. À Eng.ª Ana Navarro pela revisão da comunicação.

Referências Bibliográficas

Coburn, A., and R. Spence (2002) *Earthquake Protection*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., West Sussex, England.

Rio, I., P.T. Costa, J. Almeida e L.A.M. Victor, *Risco Sísmico na Cidade de Lagos*. ICTE, Lisboa.

Parte VI

Detecção Remota

Extracção de objectos geográficos em áreas urbanas densas a partir de imagens de satélite com alta resolução espacial

Sérgio Freire, Teresa Santos, José António Tenedório, Ana Fonseca*

e-GEO, Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas – Universidade Nova de Lisboa, Avenida de Berna, 26-C, 1069-061 Lisboa; sfreire@fcsh.unl.pt; teresasantos@fcsh.unl.pt; ja.tenedorio@fcsh.unl.pt;

**Laboratório Nacional de Engenharia Civil - Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa
anafonseca@lnec.pt*

A componente espacial está subjacente à maioria das actividades dos municípios, em particular nos domínios do planeamento, ordenamento e gestão do território. Ritmos localmente diferenciados de alterações no espaço exigem correspondência por parte da informação geográfica. A utilização de imagens de satélite com alta resolução espacial surge como uma alternativa a métodos e fontes de dados tradicionais.

No âmbito do projecto GeoSat, a aplicação *Feature Analyst* é testada para extracção automática de elementos ao nível municipal a partir de uma imagem QuickBird de Lisboa, em duas áreas de estudo com características geográficas distintas.

Os resultados obtidos mostram discordâncias; a sua variação espacial, face à aplicação de uma mesma metodologia de extracção de informação demonstra que o tipo de ocupação do solo e a morfologia urbana influenciam, de forma evidente, a dificuldade de replicação de processos de tratamento de imagem em contextos urbanos distintos.

Palavras-chave: planeamento e ordenamento do território, QuickBird, Feature Analyst, Lisboa.

1. Introdução

O trabalho aqui apresentado foi desenvolvido no âmbito do projecto GeoSat, que tem por objectivo principal desenvolver uma metodologia para a produção de geoinformação actualizada para fins municipais, nomeadamente para o Plano Director Municipal (PDM). O PDM possui um período de vigência de 10 anos. Porém, no que concerne à cartografia para estes planos, principalmente em municípios onde a pressão urbanística é elevada, esta periodicidade não é adequada à dinâmica de alterações do espaço [1]. Estas alterações são do ponto de vista espacial mais amplas e do ponto de vista temporal mais rápidas.

Em municípios cuja dinâmica é forte (e.g., Lisboa), as alterações irreversíveis decorrem da evolução de obras na rede viária, novos projectos de loteamento, alteração de classes e uso do solo urbano, novos arruamentos, etc. Deste modo, a obtenção expedita de cartografia digital a escalas compatíveis com as exigências das autarquias e da própria lei, é um requisito imperativo. Actualmente, um dos principais entraves à produção e actualização de cartografia municipal compatível com as necessidades reais, deve-se ao facto do catálogo de objectos exigido pelo

Instituto Geográfico Português ser muito complexo e a actualização ser morosa e ter custo elevado, o que conduz à desactualização e consequente desadequação da cartografia aos requisitos diários com que um município se depara.

Até recentemente, as fotografias aéreas eram a única forma de obter dados com resolução espacial inferior a 1 metro. Contudo, as imagens de satélite com alta resolução geométrica (e.g., IKONOS 1x1m, QuickBird 0,61x0,61m) poderão constituir uma alternativa ao uso tradicional da fotografia aérea na produção de cartografia temática a grande escala. Por outro lado, dada a sua resolução espectral superior, a extracção de informação por fotointerpretação, típica nas fotografias aéreas, poderá também ser substituída por um processo semi-automático, recorrendo a técnicas de processamento digital de imagens.

Note-se que com o aumento da resolução espacial, e considerando um método de extracção de informação semi-automático, surgem novos desafios na classificação das imagens de satélite que se prendem com o encontrar de soluções para a identificação dos elementos nas imagens de forma análoga à interpretação realizada pelo cérebro humano. A utilização de classificadores ao nível do pixel, fazendo uso apenas da informação espectral, tem-se revelado ineficaz na extracção de informação de imagens de muito alta resolução [2] [3]. Como alternativa têm sido desenvolvidas ferramentas para extracção automática de elementos (EAE) cujo objectivo é a identificação e digitalização de forma expedita dos objectos de interesse para o analista.

O Feature Analyst é uma aplicação de EAE desenvolvida pela Virtual Learning Systems especificamente para classificar imagens com alta resolução espacial, recorrendo a técnicas de inteligência artificial [4] [5]. Além das propriedades espectrais, este *software* permite utilizar o contexto espacial para melhorar a classificação de elementos através dum método iterativo de aprendizagem sucessiva.

O Feature Analyst tem demonstrado potencial na classificação de ocupação do solo, particularmente na identificação de classes naturais. A sua utilização na extracção de vegetação e drenagem com base em de imagens IKONOS comparou favoravelmente com a interpretação e digitalização manual [6]. [7], usando o Feature Analyst numa imagem QuickBird e fotografia aérea, discriminou satisfatoriamente floresta, agricultura, superfícies impermeáveis, água e respectivas transições em Mankato, Minnesota (EUA). Num teste em ambiente

urbano realizado a várias ferramentas para extracção automática de elementos, o Feature Analyst demonstrou uma performance superior às aplicações eCognition e Genie Pro na identificação de aviões, edifícios e veículos a partir de imagens de alta resolução, embora as métricas de qualidade tenham apresentado valores baixos [8].

O projecto GeoSat prevê que os dados geográficos para uso municipal sejam extraídos de imagens de alta resolução, para actualizar cartografia de base já existente e para produzir cartografia temática com periodicidade anual. Neste contexto, foi esboçado um catálogo de objectos geográficos cuja identificação assume potencial interesse ao nível da cartografia para os municípios. Este catálogo inclui pontos, linhas e polígonos. A identificação de alguns objectos é testada com recurso à extensão Feature Analyst para ArcGIS. A análise que aqui se apresenta constitui uma primeira abordagem às capacidades deste software para o objectivo em questão, não tendo sido concebida como um processo formal de “benchmarking” com vista à avaliação quantitativa da sua utilização versus outras abordagens (e.g., digitalização manual).

2. Métodos

2.1 Área de estudo

Para o presente estudo foram definidas duas zonas do concelho de Lisboa abrangidas pela mesma imagem QuickBird, e tendo características geográficas distintas. As zonas têm forma quadrada e ocupam uma área de 64 hectares cada (800m x 800m). A zona 1 localiza-se na Baixa Pombalina e a zona 2 abrange porções das freguesias do Beato, Marvila, e S. João (Figura 1).

Para uma avaliação mais abrangente que permitisse a identificação de diferentes classes de elementos e de elementos com diferentes características, procurou-se ainda que as áreas de estudo apresentassem alguma heterogeneidade interna.

A zona 1 corresponde a uma área densamente urbanizada, abrangendo a zona do Cais das Colunas até à Praça do Rossio (exclusive) e parte da encosta da Sé. Nesta área incluem-se grandes edifícios, edificado histórico, grandes praças, densa rede viária para circulação automóvel e pedonal, manchas de vegetação constituídas principalmente por árvores de grande porte, áreas portuárias, e parte do rio Tejo.

A zona abrange uma área com malha urbana em grelha regular (Baixa Pombalina), que se caracteriza por possuir um arranjo geométrico das ruas e por edifícios de grandes dimensões, e outra com malha urbana irregular (encosta do castelo de S. Jorge), com edifícios de menores dimensões.

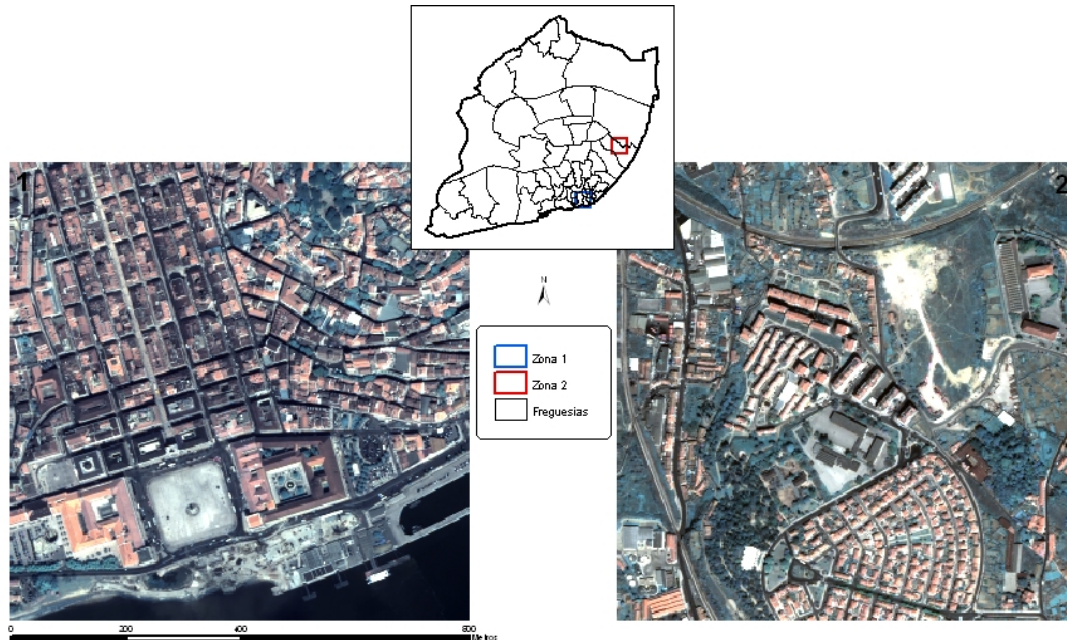


Figura 1. Localização das áreas de estudo.

A zona 2 corresponde a uma área geralmente plana com uma encosta voltada a Oeste, e encontra-se ocupada por zonas urbanizadas (com diferentes características) alternando com espaços abertos com e sem vegetação, e zonas de uso agrícola (hortas). De entre as áreas urbanizadas podem-se distinguir ocupação por residências unifamiliares (bairro Madre de Deus), residências plurifamiliares, urbanização linear (ao longo das vias rodoviárias), e edifícios dispersos. A zona é ainda atravessada pela linha da Azambuja e ramal de Santa Apolónia.

2.2 Dados e pré-processamento

Foram usados dados de uma única imagem QuickBird adquirida em 14 de Abril de 2005, às 11h32, e georreferenciada no sistema de coordenadas UTM (WGS84) da zona respectiva. Estes dados incluem quatro bandas multi-espectrais (resolução de 2,4m) e uma banda pancromática (0,61m), tendo resolução radiométrica de 11 bits.

No software ArcGIS 9.2, procedeu-se a uma fusão IHS (Intensity, Hue, Saturation) com vista a combinar a informação multi-espectral com a resolução espacial da banda pancromática. A fusão IHS beneficia claramente a interpretação visual e permite preservar a amplitude dinâmica de valores de forma a suportar classificação espectral.

A imagem não apresentava cobertura nebulosa nas áreas de estudo, mas devido às suas características e hora de aquisição verifica-se a presença de sombras projectadas por edifícios e árvores.

2.3 Extracção de informação

Com vista a testar as capacidades de extracção de informação, para cada área de estudo foram definidas algumas classes de elementos cuja correcta classificação automática assumia potencial interesse ao nível municipal e que podiam ser facilmente identificadas por interpretação visual das imagens.

Para a zona 1 procurou-se classificar os seguintes elementos: separação terra-água, vegetação, praça, calçada e passeios, sombra, ruas, telhados, e fachadas; na zona 2 tentou-se cartografar a mancha do edificado (telha laranja vs. outras coberturas), vias de comunicação, solo permeável/impermeável, árvores, solo nu, zonas agrícolas (hortas), passeios, veículos, e zonas relvadas (ver Tabelas 1 e 2).

A extracção de informação da imagem de fusão IHS foi efectuada para cada zona e classe em separado, com recurso à extensão Feature Analyst, versão 4.1 para ArcGIS. Enquanto processo de classificação assistida, o primeiro passo consiste na digitalização de áreas de treino pelo utilizador, para a classe de interesse. Seguidamente, é indicada a informação a usar (bandas da imagem) e o tipo de representação espacial. Esta representação permite fazer uso do contexto espacial, e a sua escolha é fundamental ao determinar a relação do pixel com os seus vizinhos. Existem oito padrões e métodos pré-definidos, que foram utilizados sempre que apropriado, e a possibilidade de os modificar ou criar padrões novos. Para cada método é possível ajustar a dimensão (janela) do padrão ao elemento de interesse, com o limite de 100 pixels. É ainda possível utilizar máscaras para definição de zonas de interesse e de exclusão. Existe também a opção de agregar áreas de forma a identificar clusters com um número mínimo de pixels. Para classificar são disponibilizados três algoritmos, tendo-se usado a primeira abordagem pois produziu melhores resultados, de acordo com o recomendado (VLS, 2006b).

Após o treino do classificador e obtenção dos resultados vectoriais iniciais, é permitido ao utilizador indicar exemplos de elementos correctos, incorrectos, e elementos omitidos, bem como usar métricas de forma para tentar melhorar os resultados. A reclassificação do mapa inicial permite assim a aprendizagem hierárquica do classificador, e o aperfeiçoamento da identificação dos elementos geográficos. Após a fase de classificação temática, o Feature Analyst disponibiliza uma série de ferramentas de pós-processamento que permitem aproximar a informação extraída aos requisitos técnicos de um projecto cartográfico. Deste modo é possível converter polígonos em linhas, criar redes (networks), suavizar contornos ou agregar áreas inferiores à unidade mínima cartografada.

O Feature Analyst permite ainda incorporar informação auxiliar no processo de classificação, tendo-se neste projecto usado apenas as bandas da imagem de fusão, com utilização de contraste de imagem.

Foi ainda experimentado classificar a imagem multi-espectral original (2,4m) utilizando os elementos de treino definidos na imagem de fusão. No entanto, esta abordagem não produziu resultados satisfatórios, ao degradar a qualidade geométrica dos elementos extraídos sem melhorar a discriminação temática.

2.3.1 Zona 1

Na zona 1 tentou-se identificar 18 tipos de elementos, que foram generalizados para 11 classes num nível superior. Na extracção de todas as classes foram usadas todas as bandas resultantes da imagem de fusão (excepto a classe água, onde apenas se utilizou a banda pancromática). O processo iniciou-se pela identificação das classes de ocupação mais ‘puras’, do ponto de vista espectral: as classes água, água baixa, doca, estaleiro e telha vermelha. Todas as classes para além destas foram obtidas com recurso a máscaras de exclusão. As classes no nível 2 foram de seguida sujeitas a operações de pós-processamento de forma a melhorar o seu aspecto visual. Utilizaram-se as opções de agregação de áreas para eliminar ilhas e suavização de contornos para se obter elementos mais rectilíneos. Nesta fase foi possível obter praças com forma rectangular e fazer expandir a classe calçada e passeios de forma a tocar nessa classe. Igualmente é possível melhorar alguns telhados, fazendo desaparecer as “ilhas” no seu interior.

2.3.2 Zona 2

Na zona 2 tentou-se extrair 13 tipos de elementos, usando apenas as bandas da imagem de fusão. Tentando tirar partido da resposta espectral e do contexto espacial, foi testada a capacidade do Feature Analyst para extrair classes mais genéricas (e.g., edificado) e elementos mais específicos e detalhados espacialmente (e.g., veículos). Dadas as dificuldades encontradas em obter classes ‘puras’, raramente foi possível recorrer a máscaras para auxiliar a extracção.

3. Resultados

Em geral, os resultados apresentaram grande dependência da definição inicial de áreas de treino espectralmente “puras” e da escolha de parâmetros, em especial do método e número de pixels para agregação. Em ambas as zonas, a primeira extracção após treino do classificador apresentou geralmente uma quantidade significativa de erros de comissão e omissão. As fases de treino (escolha de exemplos e parâmetros) e de revisão/correção dos resultados revelaram-se um processo algo moroso, ao exigir a avaliação interactiva de resultados com diferentes ferramentas.

3.2 Zona 1

Os parâmetros que produziram os melhores resultados na extracção de cada tipo de elemento na zona 1 são apresentados na Tabela 1.

Na zona 1, nem todos os elementos de cada tipo presentes na área de estudo foram identificados, e os que foram apresentam algumas incorrecções. Os edifícios com telhas mais escuras e pretas apresentaram grande confusão com as classes de estradas e ruas, dado o seu pouco brilho. Estas confusões espectrais são agravadas pelo factor sombra, que “escurece” a informação existente nos pixels. Também se verificou confusão entre as fachadas dos prédios e os passeios, dada a sua resposta espectral ser semelhante (ambos são elementos muito brilhantes).

A classe de nível 2 “vias largas” incluiu muitos erros de omissão na sua classificação. Por um lado, a presença de veículos não permitiu obter uma classe contínua. Por outro lado, a zona perto do Cais das Colunas não foi de todo identificada pelo classificador (Figura 2).

Tabela 1. Parâmetros utilizados para a extracção de elementos na zona 1.

Classe (Nível 1)	Elemento (Nível 2)	Método	Janela (pixels)	Agregação	Máscara
Rio	Água	Manhattan	3	4000	--
	Água pouco profunda	Manhattan	13	500	--
Cais das Colunas	Estaleiro	Manhattan	13	25	
	Porto	Bull's Eye 2	43	1500	Água baixa, Água, Doca, Estaleiro
	Doca	Bull's Eye 2	55	5000	
Vegetação	Árvores	Bull's Eye 3	11	10	Água baixa
	Matos	Bull's Eye 3	11	50	Árvores, Estaleiro
Praça		Bull's Eye 2	21	2500	Doca, Estaleiro, Porto
Calçada e Passeios		Bull's Eye 1	11	250	Água baixa, Estaleiro, Porto, Doca, Praça
Sombra		Bull's Eye 2	11	100	Água baixa, Água, Estaleiro, Árvore
Rua	Vias estreitas	Bull's Eye 2	11	325	Sombra
	Vias largas	Bull's Eye 2	75	1100	Estaleiro
Telhados	Telha laranja	Manhattan	11	150	--
	Telha escura	Manhattan	11	196	Água baixa, Água, Sombra, Estradas, Porto
	Telha preta	Manhattan	13	250	Água baixa, Água, Estradas, Sombra, Porto
Telhados de telha branca		Manhattan	13	150	Estaleiro, Praça
Telhados de chapa		Manhattan	13	150	Estaleiro, Sombra, Telha preta, Telha escura, Doca
Fachadas		Bull's Eye 1	11	50	Calçada e passeios, Doca, Praça, Estaleiro, Telha branca



Figura 2. Extracção de vias largas na zona 1: a) áreas de treino e b) resultado final.

A classe de nível 2 de “telha laranja” foi uma classe bem classificada, apresentando poucos erros de omissão e de comissão. Nesta classe estão incluídas apenas telhas laranja bem iluminadas o que, dado possuírem uma resposta comum, permitiu a sua correcta identificação (Figura 3).



Figura 3. Extracção de edifícios com telha laranja na zona 1: a) áreas de treino e b) resultado final.

Embora a metodologia escolhida não tenha produzido resultados satisfatórios para algumas classes individuais, a possibilidade de usar classes como máscaras para a classificação, permitiu ultrapassar algumas confusões espectrais. De facto, as classes que melhor se identificaram na área de estudo foram as classes de água, vegetação e telha laranja. As classes calçada e passeios ou outros tipos de telhas exigiram o uso de máscaras para melhorar a sua identificação.

A Figura 4 mostra o resultado final da classificação da zona 1 com o Feature Analyst. O mapa apresenta as classes de nível 1, com pós-processamento. Pode-se observar que muitas áreas ficaram por classificar, como sejam áreas correspondentes a telhados ou ruas. Esta dificuldade foi mais sentida na zona da encosta do Castelo, provavelmente devido à sua estrutura mais heterogénea.

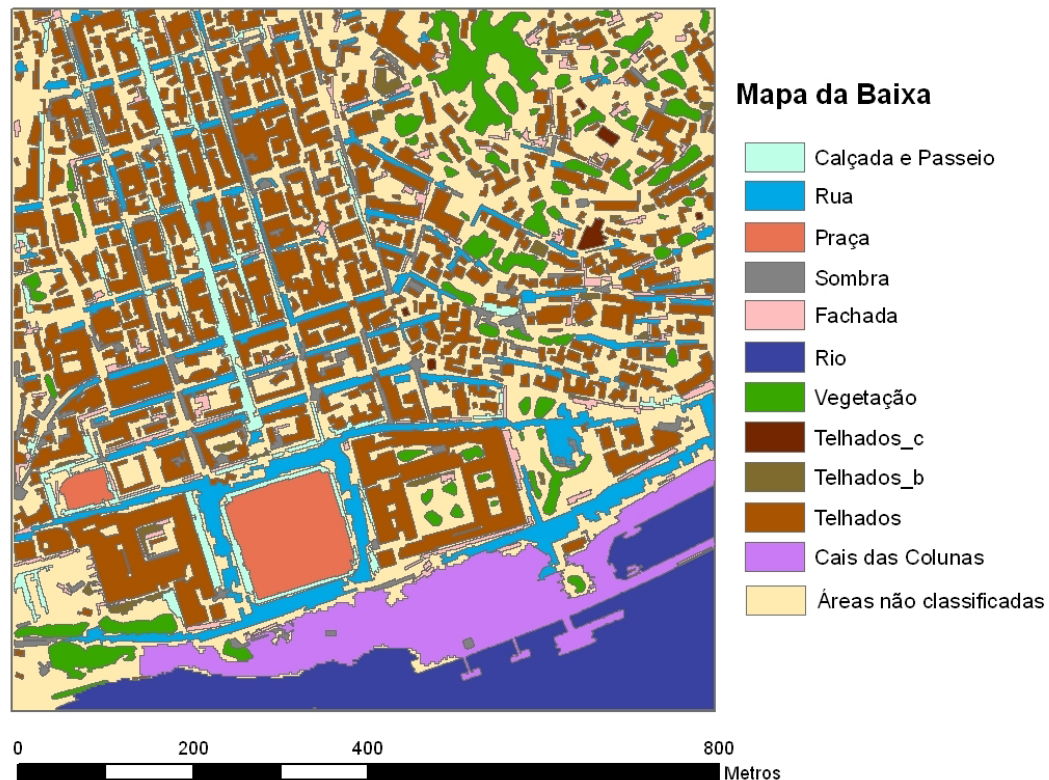


Figura 4. Resultado final da classificação da área da zona 1.

3.3 Zona 2

Os parâmetros que produziram os melhores resultados na extracção de cada tipo de elemento na zona 2 são apresentados na Tabela 2.

A extracção de elementos nesta zona foi complicada pelas suas características e grande heterogeneidade espacial. Os melhores resultados foram obtidos na classificação de árvores e de edifícios com telha laranja, e os piores na identificação de veículos, mancha do edificado, vias de comunicação e solo nu. Em particular, o classificador não conseguiu distinguir entre zonas irregulares de solo sem vegetação (solo nu) e classes artificializadas, o que complicou a separação de solo permeável/impermeável.

Tabela 2. Parâmetros utilizados para a extracção de elementos na zona 2.

Classe (Nível 1)	Elemento (Nível 2)	Método	Janela (pixels)	Agregação	Máscara
Vias	Vias largas	Bull's Eye 4	35	500	--
	Vias estreitas	Bull's Eye 1	11	100	--
Edificado (mancha)	Telha laranja	Manhattan	11	150	Vias largas
	Outra cobertura	Manhattan	13	100	Vias largas
Permeabilidade	Zona permeável /impermeável	Manhattan	5	150	--
Vegetação	Mancha verde	Manhattan	7	15	--
	Árvore	Bull's Eye 3	11	15	--
	Zonas relvadas	Manhattan	7	200	--
Agricultura	Parcelas de hortas	Manhattan	7	200	--
Solo nu	Solo nu	Manhattan	9	200	--
Edifícios	Telha laranja	Square	9	100	--
	Telha cinzenta / outra	Manhattan	13	100	--
Passeios	Passeio	Bull's Eye 1	9	100	--
Veículos	Veículo	Bull's Eye 1	5	8	--

Na classe agricultura, mesmo ao fim de várias iterações de decisão, permaneceu a confusão entre parcelas agrícolas e outro tipo de vegetação (vegetação natural e relva). A extracção de zonas relvadas apresentou igualmente numerosos erros de comissão, em especial com a vegetação natural rasteira.

Por outro lado, a partir de poucos exemplos de treino (16) e tirando partido do contexto espacial, foi possível identificar árvores com reduzidos erros de comissão, de omissão, e obtendo uma geometria razoável (Figura 5).

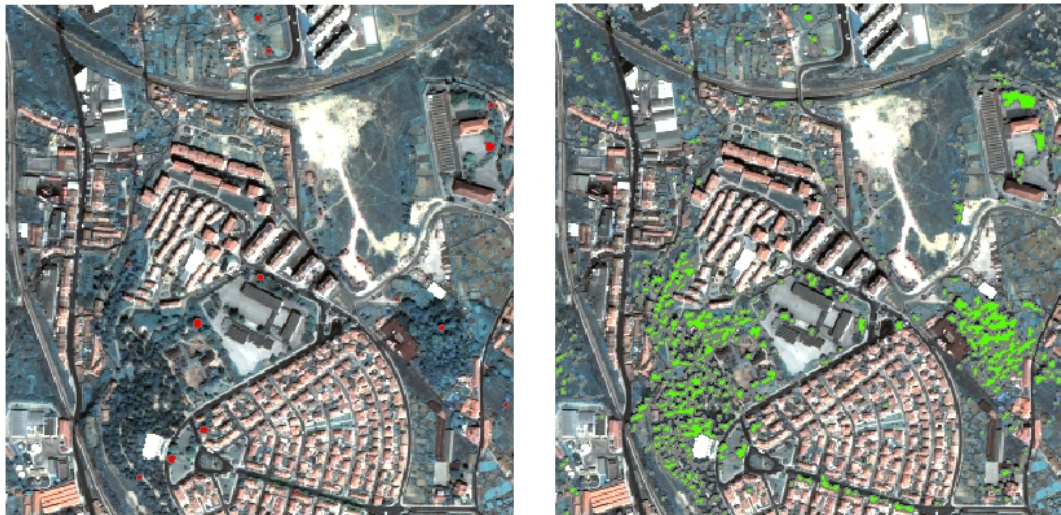


Figura 5. Extracção de árvores na zona 2: a) áreas de treino e b) resultado final.

Na zona 2, verificou-se ser impossível extrair com qualidade a mancha do edificado, mesmo garantindo que as várias tipologias estavam representadas no conjunto de treino. Assim, optou-se por proceder separadamente à extracção de edifícios com telha laranja, e de outros com cobertura diferente. Foi possível efectuar a extracção dos primeiros sem erros de omissão e reduzidos erros de comissão, embora subsistam problemas ao nível da geometria, mesmo pós-processada (Figura 6.)



Figura 6. Extracção de edifícios com telha laranja na zona 2: a) áreas de treino e b) resultado final com pós-processamento.

Relativamente às vias de comunicação, mesmo a decisão de segmentar a extracção em vias largas e vias estreitas não produziu resultados satisfatórios, com numerosas descontinuidades na rede e fraca geometria. Este resultado deve-se provavelmente à combinação das características espectrais e espaciais heterogéneas do elemento e resolução espacial da imagem.

4. Conclusões

Em ambiente urbano, o ritmo elevado de alterações de ocupação do solo exige formas expeditas de actualizar a cartografia de suporte ao planeamento e gestão municipais. As imagens de satélite com alta resolução espacial constituem-se como uma alternativa a fontes de dados tradicionais, podendo mesmo apresentar vantagens ao nível da disponibilidade, facilidade de revisita, e preço por unidade de área. No entanto, a sua utilização de forma mais eficiente sugere o desenvolvimento de novos métodos que permitam uma correcta discriminação, inventariação, e digitalização de elementos intra-urbanos.

O Feature Analyst conta-se entre as aplicações que prometem automatizar a extracção de classes e objectos de interesse, a partir de imagens de alta resolução. São aspectos positivos da aplicação a relativa facilidade de utilização, a interface simples, e a integração de processo de classificação com ferramentas SIG para edição e melhoramento dos resultados. No entanto, os melhores resultados que se obtiveram para a generalidade das classes ficaram ainda longe de possuir as características cartográficas necessárias para integrarem uma base de dados SIG sem um investimento importante na sua verificação, edição e normalização.

O meio urbano é complexo, e a extracção automática de elementos afigura-se mais problemática que em meio rural. Perversamente, a melhoria da resolução espacial das imagens que permite um acréscimo de informação resulta igualmente no aumento da variabilidade das características de elementos da mesma classe, o que complica a extracção automática. Adicionalmente, em Portugal ocorrem no espaço urbano uma grande heterogeneidade de situações e este apresenta algumas características que são distintas do ambiente geográfico em que a aplicação Feature Analyst foi desenvolvida e testada (exemplos: rede viária irregular com larguras desiguais versus grelha regular de vias largas, tipologias residenciais mistas versus predomínio da residência unifamiliar, etc.). Neste contexto, para constituir uma alternativa mais robusta à digitalização manual a partir das actuais

imagens de satélite de alta resolução, em termos de exactidão geométrica e temática, as capacidades de extracção do Feature Analyst deverão ser aperfeiçoadas. Mesmo nas suas melhores capacidades, a utilização duma aplicação para extracção automática de elementos não dispensa o analista de possuir experiência em detecção remota, conhecer bem a área de estudo e os elementos a extrair.

Agradecimentos

Agradece-se à Softland Geomática a possibilidade de testar a aplicação *Feature Analyst*.

Este trabalho foi realizado no âmbito do projecto GeoSat - Metodologias para extracção de informação GEOgráfica a grande escala a partir de imagens de SATélite de alta resolução, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/GEO/64826/2006).

Bibliografia

- [1] Soares, L., 2004. Paradoxos e Equívocos de 20 anos de Planeamento do Território. In Revista Sociedade e Território” n° 37/38.
- [2] Herold, M., Liu, X. and Clarke, K.C., 2003. Spatial metrics and image texture for mapping urban land use. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69, pp. 991–1001.
- [3] Thomas, N., Hendrix, C. and Congalton, R.G., 2003. A comparison of urban mapping methods using high-resolution digital imagery. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69, pp. 963–972.
- [4] VLS (Visual Learning Systems), 2006a. Reference Manual, Feature Analyst V. 4.1 for ArcGIS. (Missoula, MT: Visual Learning Systems, Inc.).
- [5] VLS (Visual Learning Systems), 2006b. Tutorial, Feature Analyst V. 4.1 for ArcGIS. (Missoula, MT: Visual Learning Systems, Inc.).
- [6] O'Brien, M., 2003. Feature Extraction with the VLS Feature Analyst System. Proceedings of the ASPRS Annual Conference, 3-9 May, Anchorage, AK.
- [7] Yuan, F., 2008. Land-cover change and environmental impact analysis in the Greater Mankato area of Minnesota using remote sensing and GIS modelling. International Journal of Remote Sensing, 29:4, 1169-1184.
- [8] Lavigne, D., Hong, G, and Zhang, Y., 2006. Performance assessment of automated feature extractiontools on high resolution imagery. Proceedings of the ASPRS Annual Conference, 6-10 November, San Antonio, TX.

Satélite DEIMOS-1



Elsa Alexandrino

DEIMOS Engenharia, Av. D. João II, Edifício Torre Zen, 10, 1998-023 Lisboa

Phone: +351218933010

Fax: +351218969099

Email: elsa.alexandrino@deimos.com.pt

Web: www.deimos.pt

Abstract: As imagens de satélite dão-nos uma visão global do planeta a várias escalas, sendo por isso uma ferramenta imprescindível para a compreensão e monitorização dos vários fenómenos, naturais ou não, que ocorrem na Terra. Em Outubro de 2008, o grupo DEIMOS vai lançar o seu próprio satélite de Observação da Terra, o DEIMOS-1, capaz de fornecer imagens actualizadas de todo o território português e da sua extensa Zona Económica Exclusiva (ZEE) de três em três dias, com 20 metros de resolução. O objectivo da comunicação é dar a conhecer à comunidade de utilizadores de informação geográfica os benefícios das imagens de satélite geradas pelo DEIMOS-1 e as oportunidades de colaboração previstas com outras entidades nacionais para a exploração dos dados e desenvolvimento de novos produtos nesta área.

Keywords: *Observação da Terra, Detecção Remota, Imagens de Satélite, Recursos Naturais, Emergências, Desastres*

1- Um sistema completo de Observação da Terra

Depois das Telecomunicações e da Navegação, a Observação da Terra representa a terceira vaga de transferência de tecnologia espacial para o nosso dia-a-dia. A nível Europeu, os esforços conjuntos da Agência Espacial Europeia (ESA) e da Comissão Europeia (CE) em desenvolver a iniciativa GMES (Global Monitoring for Environment and Security), como aconteceu com o sistema GALILEO, são o reconhecimento público dos benefícios e do impacto que as imagens de satélite podem trazer à sociedade. Para além de permitirem gerir e monitorizar, de maneira eficiente, o oceano, florestas, agricultura e áreas naturais e urbanas do território, são uma ferramenta essencial de suporte à monitorização do cumprimento de directivas e protocolos internacionais (inventário florestal, qualidade da água, Quioto, etc.).

Sensível a esta questão, e capitalizando os anos acumulados de experiência no sector espacial, o Grupo DEIMOS¹ começou em 2006 o desenvolvimento de um sistema completo de Observação da Terra, com o objectivo de desenvolver aplicações e produtos nas áreas do ambiente e recursos naturais. O sistema é composto pelo segmento de voo, segmento de terra e segmento de utilizador e será operado na totalidade pelo Grupo DEIMOS.

1.1 - Segmento de voo – Satélite DEIMOS-1

O segmento de voo do sistema de Observação da Terra é constituído pelo satélite DEIMOS-1. O satélite está a ser desenvolvido pelo grupo DEIMOS em colaboração com a Surrey Satellite Technology Limited (SSTL), líder Europeia na construção de pequenos satélites, com mais de 30 satélites já lançados (incluindo o Giove-A, o primeiro satélite experimental do sistema GALILEO).

O satélite baseia-se na plataforma Microsat 100, desenvolvida pela SSTL, com uma massa total de cerca de 100 kg e um payload de 40 Kg (ver figura 1). Vai orbitar numa órbita circular, polar e heliossíncrona (com inclinação de 98°), a uma altura de 686 km, com um tempo de revisita de apenas 3 dias. O payload será

¹ O Grupo DEIMOS foi fundado em 2001 e é um dos grupos mais activos no sector espacial europeu, empregando hoje cerca de 300 pessoas. É constituído pelas empresas DEIMOS Space, DEIMOS Engenharia, DEIMOS Aplicaciones Tecnológicas e DEIMOS Imaging. A DEIMOS Engenharia foi criada em 2002 e é um dos líderes em Portugal na concepção e desenvolvimento de sistemas espaciais para a Agência Espacial Europeia (ESA).¹

constituído por uma câmara óptica a operar em 3 bandas espectrais: infravermelho próximo (0.77-0.9 μm), vermelho (0.63-0.69 μm) e verde (0.52-0.6 μm). A resolução da imagem será de 20 m, com uma larga faixa de varrimento - 630 km - e uma resolução radiométrica de 8 a 10 bits, programável. O satélite será lançado em Outubro de 2008, a partir do Cosmódromo de Baikonur, a bordo do lançador russo Dnepr. O tempo de vida médio previsto para o satélite é de 5 anos.

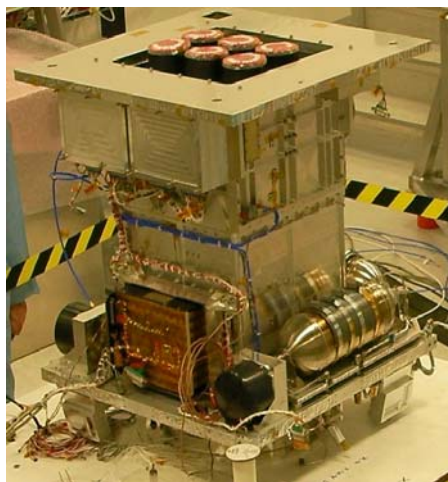


Figura 1 – Satélite DEIMOS-1

1.2 – Segmento de Terra

O segmento de Terra do sistema é composto pelos vários elementos responsáveis pelo controlo das operações do satélite e estará localizado em Valladolid, Espanha. Dele constam a antena de telemetria e telecomando (a operar nas bandas X/S) e o centro de controlo, arquivo e planeamento de missão. Está ainda prevista a utilização de uma antena da ESA (Agência Espacial Europeia) no Norte da Europa, através de um acordo de cooperação com esta Agência, com o objectivo de melhorar a cobertura global do satélite e também de permitir a entrega de imagens em quase tempo-real. As várias tarefas a executar pelo segmento de terra são:

- Operar, controlar e manter as comunicações com o satélite;
- Executar a planificação da missão;
- Capturar e calibrar os dados;
- Processamento de nível 0 e 1 das imagens;

- Arquivo.

A nível do planeamento da missão, o satélite vai fazer a aquisição de dados de maneira nominal (de acordo com um programa pré-estabelecido) mas também vai ser capaz de fazer a aquisição de dados pontual, em situações de emergência, consoantes as necessidades dos vários utilizadores.

A Deimos utilizará no seu satélite o mesmo sistema de planeamento e aquisição de dados que desenvolveu para a ESA e que está actualmente em utilização para os satélites ENVISAT (ESA) e ALOS (ESA/JAXA, Agência Espacial Japonesa).

A tabela 1 mostra a cobertura prevista das várias regiões do globo. A área prioritária para a aquisição de imagem é a Península Ibérica, seguida da área ocupada pelos vários Estados Membros da ESA.

Nome	Região	Cobertura
Zona 1	Portugal + Espanha	1,635,000 km ² 2 coberturas /semana
Zona 2	Europa: Estados Membros da ESA	3,065,000 km ² 1 cobertura/2 semanas
Zona 3	Europa: Países do Leste	960,000 km ² 1 cobertura/3 semanas
Zona 4A	América	5,980,000 km ² / semana
Zona 4B	Ásia, Austrália	8,840,000 km ² /semana

Tabela 1 – Cobertura DEIMOS-1

1.3 – Segmento de utilizador

Do segmento de utilizador fazem parte as operações de processamento de imagem, assim como o desenvolvimento de produtos e aplicações para o utilizador final. As principais aplicações serão orientadas para a monitorização do ambiente e recursos naturais: detecção e seguimento de incêndios florestais,

seguimento e previsão da evolução de cheias, evolução e alterações do coberto vegetal, monitorização e modelos de produtividade de culturas agrícolas, monitorização dos recursos hídricos, entre outras.

O primeiro centro da DEIMOS para processamento, arquivo e distribuição de dados vai ser criado em Valladolid e está prevista também a criação de outros centros de processamento em Portugal. O objectivo da criação destes centros é colaborar com outras empresas e institutos de investigação em Portugal, para o desenvolvimento de novas aplicações e serviços, de maneira a dar resposta às solicitações e necessidades dos utilizadores nacionais.

1.4 - Características inovadoras – uma capacidade impar de Observação da Terra

A combinação única de uma ampla faixa de varrimento do satélite – 600Km – e tempos de revisita inferiores a 3 dias permite a aquisição de imagens actualizadas da totalidade da Península Ibérica duas vezes por semana e a cobertura total da Europa cada dez dias - isto significa que o Grupo Deimos vai poder fornecer imagens actualizadas de todo o território português e da sua extensa Zona Económica Exclusiva (ZEE) de três em três dias, com 20 metros de resolução.

Para além das imagens do satélite DEIMOS-1, a DEIMOS tem ainda o acesso exclusivo na Península Ibérica às imagens proporcionadas pelos satélites da constelação DMC no qual o seu satélite se insere (ver capítulo 2), assim como um arquivo histórico de mais de 15 anos, actualizado diariamente, de imagens de outros satélites de Observação da Terra (como sejam os satélites NOAA, Terra, Aqua, Feng Yun e Meteosat Second Generation).

O manacial de informação ao dispôr da DEIMOS permite a produção de estatísticas e séries temporais que dão uma visão sem precedentes do comportamento e alterações do solo (e.g. coberto vegetal) ao longo de mais de uma década.

Por outro lado, a capacidade impar de actualização da informação a 20 metros de resolução, que ainda não é possível obter com os actuais satélites em órbita, vai

permitir um seguimento imediato, contínuo e detalhado de fenómenos rapidamente evolutivos (e.g., descargas de efluentes perigosos, incêndios florestais, danos agrícolas provocados por uma intempérie).

2- Cooperação internacional

2.1 – A Constelação DMC

O satélite da Deimos será integrado na constelação internacional DMC – Disaster Monitoring Constellation – composta por satélites do Reino Unido, China, Algéria, Turquia e Nigéria ((<http://www.dmcii.com/index.html>). Em 2008, serão acrescentados à constelação os satélites da DEIMOS, DEIMOS-1, e o UK-DMC2, do Reino Unido.

O uso combinado dos satélites da constelação DMC permite uma capacidade única de Observação da Terra, com mais de uma imagem diária de qualquer sítio do planeta, já que a informação gerada a bordo de cada um dos satélites pode ser partilhada entre todo o consórcio. 5% da capacidade diária de todos os satélites é reservada para a aquisição grátis de imagens de áreas de crise, que depois são enviadas para a rede Reuters AlertNet.

O Consórcio DMC pertence ainda à International Charter for Space in Major Disasters (http://www.disasterscharter.org/main_e.html).

Isto significa que, para além da capacidade individual do satélite Deimos, que fornecerá uma imagem de todo o território Português cada três dias, Portugal pode agora ter acesso a pelo menos uma imagem diária do país, uma ferramenta valiosa em situações em emergência.

2.2 – ESA Third-party mission

A Agência Espacial Europeia, para além de distribuir pelos utilizadores as imagens dos seus satélites, aproveita também a sua infraestrutura de segmento de terra para receber e distribuir os dados de outros satélites que considere com

interesse para a comunidade científica e industrial – são as chamadas *third-party missions*.

Reconhecendo o valor dos dados gerados e o potencial que estes representam para novas aplicações, o satélite DEIMOS-1 vai ser uma *third-party mission* da ESA. Desta maneira, as imagens DEIMOS vão ser utilizadas também para novas aplicações e produtos a desenvolver pela ESA – aliás, o satélite está já na lista de missões que compõem o sistema GMES, contribuindo de uma forma activa para os nossos serviços que estão a ser desenvolvidos em conjunto pela ESA e pela CE.

3 – Produtos e aplicações

3.1 – Imagens

O catálogo de imagens a disponibilizar pela DEIMOS é composto pelas imagens da câmara a bordo do DEIMOS-1, mas também dos sensores da restante constelação DMC. Para além do arquivo de imagens, resultante das passagens diárias dos satélites pelos vários pontos do globo, podem ser produzidas imagens a pedido, com a periodicidade requerida pelo utilizador.

Actualmente, a constelação DMC é constituída por 5 satélites em órbita, 4 deles em funcionamento. O sensor standard a bordo de todos eles é semelhante ao sensor do DEIMOS-1, com três bandas espectrais (vermelho, verde e infravermelho próximo) e com 32 metros de resolução espacial. O satélite chinês tem ainda um sensor pancromático, com uma resolução de 4 metros. O DEIMOS-1, como já referido, terá uma resolução espacial melhorada relativamente aos restantes satélites da constelação, produzindo imagens a 20 metros de resolução. O Grupo DEIMOS detém o exclusivo da exploração das imagens DMC na Península Ibérica. A figura 2 mostra um exemplo de uma imagem da região de Lisboa obtida em final de 2007 pelo satélite inglês da DMC.

As imagens individuais podem ser formatadas para 4,100 km x 650 km no caso das multiespectrais e para 24 km x 4,100 km no caso das pancromáticas.

As imagens podem ser disponibilizadas em formato *raw* ou então com vários níveis de processamento até à geo-referenciação.



Figura 2 – Imagem DMC UK Sul Portugal, Dezembro de 2007

3.2 – Aplicações e Serviços

Os produtos desenvolvidos pela DEIMOS têm o seu principal enfoque na monitorização de desastres, recursos naturais e monitorização ambiental. Para além de serem utilizadas as imagens dos satélites já referidos, algumas aplicações utilizam imagens de alta resolução, como sejam as do satélite Quickbird.

Na área de monitorização de desastres, os produtos desenvolvidos incluem mapas de risco de incêndio (para o qual são utilizadas várias capas temáticas incluindo a topografia do terreno, NDVI, dados meteorológicos, etc.), monitorização de fogos florestais (essencialmente feita com imagens do satélite MSG, actualizadas cada 15 minutos) e monitorização de cheias (observando a evolução das zonas inundadas recorrendo a imagens diárias).

As aplicações desenvolvidas para a Agricultura e Floresta representam grande parte do portfolio na área de monitorização de recursos. Em Agricultura, os produtos e serviços incluem relatórios periódicos sobre o estado relativo das culturas (biomassa, índice de área foliar, anomalias, conteúdo de azoto, etc.), relatórios de apoio à planificação da rega, controlo de exploração de aquíferos, seguimento e avaliação de secas e localização e estimativa de danos por geadas e granizo. Em Gestão Florestal, as aplicações vão desde a análise da regeneração das áreas queimadas, o seguimento de pragas e doenças florestais, análise de

reflorestação e outras actuações silvícolas (cortes, etc.) até ao apoio a inventários florestais (através da estimativa do coberto vegetal florestal, definição de povoamentos homogéneos, etc.). Na figura 3 mostra-se um exemplo de um mapa de regeneração florestal com imagem MODIS, com imagens obtidas entre Junho de 2006 e Maio de 2007.

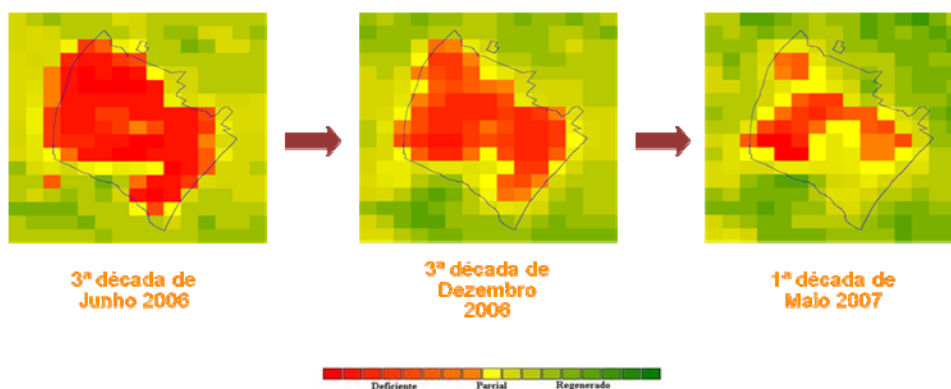


Figura 3 - Mapa de regeneração florestal com imagem MODIS

A nível do Ambiente, a DEIMOS tem vindo a desenvolver um leque de produtos para a monitorização de embarcações e seguimento de oil spills, estimativas de fixação de carbono e controlo de descargas poluentes em rios e nas zonas costeiras.

Estes são apenas alguns exemplos dos serviços que o Grupo oferece actualmente aos utilizadores. O número e diversidade dos produtos oferecidos encontra-se em permanente crescimento, face às solicitações específicas de cada utilizador.

Os produtos são fornecidos ao utilizador final sob a forma de relatórios, por exemplo, ou integrados em plataformas GIS existentes para facilitar a sua visualização e interpretação (Google Earth, por exemplo).

4 - Conclusão

Com o lançamento do DEIMOS-1, Portugal pode beneficiar pela primeira vez de uma monitorização contínua e eficiente do seu território. A combinação resolução/taxa de actualização e arquivo histórico permitem aplicações únicas ao nível da Observação da Terra. Por outro lado, o enfoque comercial da operação resulta em tempos de resposta mínimos ao utilizador.

O objectivo do Grupo DEIMOS é contribuir para a inovação, disponibilizando aos utilizadores (cidadãos, instituições, empresas) informação espacial de uma forma rápida, útil e económica. Para tal, o Grupo Deimos irá identificar e compreender necessidades dos utilizadores locais, incorporando-os no processo de desenvolvimento de aplicações. Exemplo disso será a criação de um ou vários centros de processamento de dados em Portugal, em cooperação com entidades públicas e/ou privadas, de maneira a desenvolver aplicações tailor-made, adaptadas às realidades de cada utilizador.

Mais do que os resultados directos proporcionados pelos novos métodos e ferramentas, espera-se que o impacto produzido pela introdução das tecnologias de Observação da Terra no contexto nacional contribua para a modernização e potenciação de economias regionais a várias escalas e âmbitos. Em particular, espera-se que uma monitorização cuidada e eficiente dos recursos possa significar também a qualificação do tecido económico pela introdução de inovação e que as ferramentas agora disponíveis sejam um auxiliar precioso na prossecução de políticas públicas de gestão do território, emprego e ciência e tecnologia.

Influência das características técnicas das imagens de satélite na produção de cartografia de ocupação do solo: estudo baseado em imagens MERIS e AWiFS

Hugo Costa⁽¹⁾⁽²⁾, António Araújo⁽¹⁾, Hugo Carrão⁽¹⁾⁽²⁾ e Mário Caetano⁽¹⁾⁽²⁾

(1) Instituto Geográfico Português, Grupo de Detecção Remota

Rua Artilharia Um, 107, 1099-052 Lisboa

(2) CEGI, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, 1070-312 Lisboa

mario.caetano@igeo.pt

Resumo

Pretende-se com este trabalho estudar a influência da resolução espacial, espectral e temporal das imagens de satélite na produção automática de cartografia de ocupação do solo. Neste sentido foram produzidos e comparados diversos mapas de ocupação do solo derivados imagens de satélite com diferentes características técnicas, i.e. imagens MERIS e AWiFS. Estes mapas foram produzidos por métodos automáticos com base em diferentes abordagens, onde se fez variar o número de datas, o número de bandas e o classificador. A classificação foi desenvolvida numa área de estudo no Sul de Portugal Continental. Os resultados sugerem que a resolução espacial não é determinante na exactidão global do mapa de ocupação do solo produzido. Por outro lado, os resultados demonstram que a maior disponibilidade de informação temporal e, principalmente, de informação espectral, é bastante valiosa para a melhoria da exactidão da classificação.

Palavras-chave: Classificação automática, cartografia de ocupação do solo, MERIS, AWiFS.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito dos projectos COSMIC, financiado pelo Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Administração Central (PIDDAC), e AquaPath, financiado pela Agência Espacial Europeia. A investigação desenvolvida por Hugo Carrão foi financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (SFRH/BD/18447/2004).

Introdução

A produção de cartografia de ocupação do solo é de importância estratégica em áreas como o ordenamento e planeamento do território, estudos ambientais, apoio à decisão, etc. A diversidade de aplicações da cartografia de ocupação do solo faz com que seja necessária a sua produção com especificações técnicas distintas (i.e. unidade mínima cartográfica, escala, nomenclatura, etc.). Neste sentido, uma vez que as imagens de satélite são largamente usadas, nomeadamente em procedimentos de classificação automática, para produzir este tipo de cartografia, as suas características técnicas (e.g. resolução espacial, espectral e temporal) são determinantes para a definição das especificações dos mapas que originam. Por este motivo, é da maior importância entender a influência que as características técnicas das imagens exercem na produção cartográfica.

Desde o lançamento do primeiro satélite de observação da Terra, foram desenvolvidos vários programas espaciais para colocar em órbita novos e diversificados satélites que permitem adquirir imagens com características técnicas muito diferentes. É possível, por isso, ter uma grande diversidade de escolha de imagens para produzir cartografia de ocupação do solo.

As vantagens e desvantagens de dispor de imagens com certas características técnicas, em detrimento de imagens com outras características, não são bem compreendidas. A dificuldade em perceber e avaliar a influência que as características técnicas têm, individualmente, sobre a produção cartográfica, deriva da interdependência existente entre elas. Por exemplo, a relação entre a resolução espacial do sensor e o período orbital do satélite determina o número de vezes que um determinado ponto da Terra será observado num período de tempo particular (resolução temporal) [1]. Por outro lado, a resolução espacial e a espectral estão interligadas. O grande aumento da resolução espacial limita a resolução espectral, porque impede a existência de bandas nas regiões do espectro electromagnético com maior comprimento de onda, a partir do infra-vermelho médio (região caracterizada por radiação pouco energética)[2]. Isto acontece porque, no panorama tecnológico actual, a área reduzida de cada pixel é insuficiente para emitir energia passível de ser captada pelos sensores.

Actualmente, muitos estudos realizados nesta temática (e.g. [3],[4]) incidem o seu objectivo na comparação de imagens de satélite na produção de mapas de

ocupação do solo, para a determinação das melhores imagens. Estes estudos não procuraram transmitir uma compreensão da contribuição independente de cada característica técnica das imagens nos resultados obtidos.

No sentido de responder ao conhecimento insuficiente acerca da influência das características técnicas das imagens de satélite na produção de cartografia de ocupação do solo, desenvolveu-se o presente trabalho. Este tem como objectivo comparar a influência individual, e também conjunta, da resolução espacial, espectral e temporal de imagens de satélite na produção de cartografia de ocupação do solo por métodos automáticos em Portugal Continental. Este estudo possibilitará uma melhor compreensão da influência específica e conjunta das características técnicas das imagens, tendo uma aplicação mais abrangente e útil quando colocados novos cenários de produção de cartografia com diferentes imagens de satélite.

Características técnicas das imagens de satélite

A potencialidade das imagens de satélite para a produção de cartografia temática está relacionada com a informação que contêm e com os métodos de extracção dessa informação. Por sua vez, a informação que as imagens de satélite contêm está relacionada com as características do sensor que adquire as imagens e com a resolução destas. A resolução de uma imagem é definida em quatro dimensões: espacial, espectral, temporal e radiométrica.

A resolução espacial não é um conceito fácil de definir e pode ser medida de várias formas, dependentes do propósito do utilizador [1]. Genericamente, está relacionada com o tamanho do menor objecto que pode ser detectado. A forma mais comum de medir a resolução espacial corresponde ao campo instantâneo de visão do sensor, normalmente designado por IFOV (*instantaneous field of view*), que corresponde à área da superfície teoricamente observada a partir do sensor a uma determinada altitude e num determinado instante de tempo [1]. Por outras palavras, a resolução espacial é normalmente associada à dimensão do *pixel*.

A resolução espectral corresponde ao número de bandas e respectiva largura de comprimentos de onda do espectro electromagnético aos quais o sensor é sensível [5]. A forma como os sensores captam a informação espectral é bastante importante porque: i) a posição no espectro, largura e número de bandas determina a capacidade de discriminação dos objectos alvo; ii) o uso de dados

multiespectrais permitem um maior potencial discriminatório do que uma única banda [1].

A resolução temporal de um sensor refere-se à frequência com que adquire informação de uma mesma área da superfície [5]. Esta característica técnica é pertinente devido às características espectrais da superfície terrestre mudarem ao longo do tempo, consoante a acção humana e/ou os ciclos fenológicos naturais. Por isso, os dados multitemporais permitem criar perfis de comportamento espectral que são característicos de classes específicas, o que ajuda à sua identificação. Ainda assim, é comum certas classes de ocupação do solo apresentarem perfis espectrais semelhantes e apenas serem discrimináveis em certos períodos de tempo, por vezes curtos (e.g. culturas agrícolas). Desta forma, a resolução temporal é tanto mais importante quanto mais dinâmicas são as classes de ocupação do solo e quanto menores diferenças apresentarem entre si ao longo do tempo.

A resolução radiométrica define a sensibilidade de um sensor relativamente às diferenças na intensidade da radiação por si captada [5] e corresponde ao número de níveis de quantificação digital usado para expressar a radiação detectada pelo sensor [1]. Normalmente, o número de níveis de quantificação digital é expresso em números digitais cujos valores variam entre zero (ausência de radiação captada pelo sensor) e um valor máximo definido por uma determinada potência de 2. Este valor corresponde ao número de bits usados para armazenar números em formato binário e é este valor que corresponde à resolução radiométrica. Assim, um sensor com uma resolução radiométrica de 8 bits, armazena a radiação captada em 2^8 níveis. O mesmo é dizer que a radiação captada é armazenada em números digitais que variam entre 0 e 255, em função da sua intensidade.

De uma forma geral, as melhorias nos diferentes tipos de resolução aumentam a probabilidade dos fenómenos serem detectados. Em compensação, qualquer melhoria da resolução exige, normalmente, capacidades de processamento adicionais, quer para análises automáticas, quer manuais [5].

Imagens MERIS e AWiFS

O sensor MERIS (*MEdium Resolution Imaging Spectrometer*) foi lançado em 2002 pela Agência Espacial Europeia (ESA), a bordo do satélite ENVISAT com uma órbita heliossíncrona a 800Km de altitude. Os dados obtidos pelo sensor são

disponibilizados em três níveis de processamento (L1b, L2 e L3) e em três diferentes resoluções espaciais (300, 1200 e 4800 metros). As resoluções espectral e radiométrica são elevadas (15 bandas e 12 *bits*) assim como a resolução temporal (3 dias considerando a resolução temporal relativa) [6].

O sensor AWiFS (*Advanced Wide Field Sensor*) foi lançado em 2003 pela ISRO (*Indian Space Research Organization*) a bordo do satélite IRS-P6 (ResourceSat-1) com uma órbita heliossíncrona a 817 Km de altitude. Os produtos disponibilizados agrupam-se em 3 categorias (*Standard products*, *Value added products* e *Derived products*). As resoluções espacial, espectral, temporal e radiométrica são, respectivamente, 60 metros, 4 bandas, 5 dias e 10 *bits* [7].

Na Tabela 1 apresentam-se os conjuntos de imagens MERIS e AWiFS utilizadas no presente trabalho.

Tabela 1 – Imagens MERIS e AWiFS utilizadas no presente trabalho.

Sensor	Produto	Resolução espacial	N.º de bandas	Datas
MERIS	MERIS L2 FR	300 m	13 ⁽¹⁾	12 imagens de 2005 (uma por mês)
AWiFS	<i>Standard product</i>	60 m	4	3 imagens (Abril, Julho e Outubro) de 2006

(1) O produto MERIS L2 FR não inclui as bandas 11 e 15

Na Figura 1 é possível observar a título ilustrativo uma mesma zona coberta por uma imagem AWiFS e MERIS.

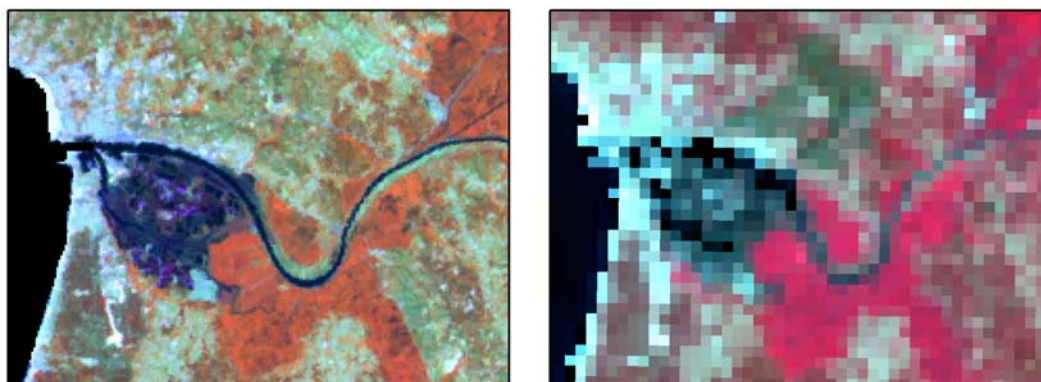


Figura 1 - Imagens AWiFS (à esquerda) e MERIS (à direita) com uma composição RGB 3, 4, 2 e 12, 7, 5, respectivamente.

Metodologia

O presente estudo incidiu numa área em Portugal Continental com 12238.9 Km² que corresponde, aproximadamente, aos vales dos rios Tejo e Sado (Figura 1). A selecção desta área relaciona-se com a sua paisagem característica, muito diversificada quanto à ocupação do solo e com uma geomorfologia bastante



Figura 2 – Área de estudo

homogénea, caracterizada por baixos declives. A diversidade da ocupação do solo era um requisito essencial para se ter uma resposta representativa da influência das características técnicas das imagens sobre toda a paisagem portuguesa. A geomorfologia plana era um requisito para evitar os problemas relacionados com a variabilidade espectral intra-classe de ocupação do solo em função do espaço geográfico, o que traz problemas à produção de cartografia por métodos automáticos [8].

Para estudar a influência das características técnicas das imagens de satélite na produção automática de cartografia de ocupação do solo, foi adoptada uma base metodológica que consistiu em quatro etapas: i) definição de uma nomenclatura de ocupação do solo comum à cartografia produzida a partir das diferentes imagens, ii) construção de diferentes conjuntos de informação espectral e temporal a partir das imagens MERIS e AWiFS, iii) produção automática da cartografia de ocupação do solo por classificação assistida com o algoritmo da máxima verosimilhança e da discriminação linear, e iv) avaliação da exactidão temática da cartografia produzida.

Definição da nomenclatura

A nomenclatura de ocupação do solo foi definida tendo em conta a área a cartografar e a diferente resolução espacial das imagens de satélite. Assim, o ponto de partida foi a nomenclatura LANDEO, desenvolvida para a paisagem portuguesa e para ser aplicada na produção de cartografia de ocupação de solo através de metodologias de classificação automática a diferentes escalas de análise [9]. A nomenclatura LANDEO foi adaptada e reajustada aos objectivos do trabalho, tendo resultado uma nomenclatura com 14 classes (Tabela 2).

Tabela 2 – Nomenclatura de ocupação do solo usada no presente trabalho, adaptada da nomenclatura LANDEO.

Código	Classe
1	Áreas artificiais contínuas
2	Áreas artificiais descontínuas
3	Culturas anuais de sequeiro
4	Culturas anuais de regadio
5	Arrozais
6	Vinhas
7	Floresta de folhosas
8	Floresta de resinosas
9	Áreas agro-florestais
10	Matos
11	Vegetação herbácea natural
12	Zonas húmidas
13	Solo nu
14	Água

Construção dos conjuntos de informação espectral e temporal

Com o objectivo de estudar a influência das diferentes características técnicas das imagens de satélite na produção automática de cartografia de ocupação do solo, foram construídos diferentes conjuntos de informação espectral e temporal de forma a combinar vários níveis de informação com vista a isolar a sua influência. Assim, o conjunto das imagens MERIS e AWiFS foram equiparadas espectralmente, ou seja, foram identificadas as bandas equivalentes (bandas em regiões semelhantes do espectro electromagnético). Neste procedimento foram identificadas as bandas 5, 7, 12 e 13 das imagens MERIS e as bandas 1, 2 e 3 das imagens AWiFS, às quais doravante se passa a referir como “bandas equivalentes” (Figura 3).

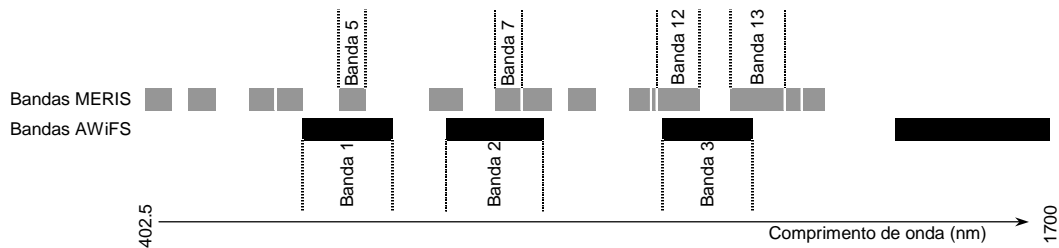


Figura 3 – Largura das bandas das imagens MERIS e AWiFS e identificação das bandas equivalentes

De referir que existem outras bandas coincidentes entre as imagens (bandas 6 e 8 MERIS e banda 2 AWiFS). Estas bandas não foram equiparadas devido ao facto de os sensores não serem homogeneamente sensíveis à radiação electromagnética em toda a largura de cada banda. Por outras palavras, a sensibilidade à radiação é máxima relativamente à radiação com o comprimento de onda coincidente com o centro de cada banda e diminui na direcção dos seus limites [5]. Assim, as bandas parcialmente coincidentes nos seus limites podem, na realidade, não captar informação na mesma região do espectro.

A equiparação temporal do conjunto das imagens consistiu na simples identificação das imagens MERIS e AWiFS com a mesma referência temporal. Desta forma, de acordo com os dados disponíveis, as datas comuns a ambas as imagens são Abril, Julho e Outubro.

No caso da resolução espacial, não foi adoptada a opção de alterar a área do *pixel* das imagens de maior resolução para as de menor resolução (transformar os *pixels* das imagens AWiFS em *pixels* de 300 m), como realizado em alguns estudos (e.g. [10]). Esta opção serviu para evitar a consequente alteração dos dados que as imagens transportam. Optou-se antes por executar todos os testes comparativos com a resolução original de cada imagem. Ao ser uma característica invariável em todos os testes realizados, a sua influência pode ser entendida como constante na análise dos resultados que incluem, ao mesmo tempo, diferenças noutra característica técnica, evidenciando-se, assim, esta última.

A resolução radiométrica entre as duas imagens não foi equiparada por se considerar que são semelhantes, o suficiente para que as diferenças possam ser desprezadas, isto no que respeita à discriminação dos diferentes tipos de ocupação do solo na área em estudo.

Depois das imagens equiparadas, foram construídos os diversos conjuntos de informação espectral e temporal. Primeiro, foram construídos conjuntos com condições espectrais e temporais equivalentes entre as imagens MERIS e AWiFS (conjuntos 1, 2 e 3). Depois, foram construídos outros conjuntos com mais informação espectral (disponível para cada uma das imagens) e/ou temporal (disponível para as imagens MERIS). Na Tabela 3 constam os conjuntos de informação apresentados nos resultados. Estes não correspondem à totalidade dos conjuntos construídos, no entanto, para facilitar a análise dos resultados e evitar redundância dos mesmos, apenas são apresentadas as combinações de informação

que produziram os mapas com maior exactidão temática. Por exemplo, aquando da produção do conjunto que respeita a somente a uma data (conjunto 1), Julho foi o mês escolhido por ter apresentado melhores resultados.

Tabela 3 – Conjuntos de informação espectral e temporal construídos para estudar a influência individual das características técnicas das imagens.

Conjunto de informação espectral e temporal	Informação MERIS		Informação AWiFS	
	Espectral	Temporal	Espectral	Temporal
Conjunto 1	Bandas equivalentes	Julho	Bandas equivalentes	Julho
Conjunto 2	Bandas equivalentes	Julho e Abril	Bandas equivalentes	Julho e abril
Conjunto 3	Bandas equivalentes	Julho, Abril e Outubro	Bandas equivalentes	Julho, abril e Outubro
Conjunto 4	Bandas equivalentes	12 datas		
Conjunto 5	13 bandas	Julho, abril e Outubro	4 bandas	Julho, abril e Outubro
Conjunto 6	13 bandas	12 datas		

Classificação assistida dos conjuntos de informação

A classificação assistida dos conjuntos de informação foi executada de forma independente para as imagens MERIS e AWiFS. A razão de se terem produzido diferentes bases de dados de treino é explicada atendendo ao facto de diferentes resoluções espaciais poderem traduzir para um mesmo local duas paisagens diferentes. Por exemplo, a área de um *pixel* MERIS, identificado como floresta, corresponde a 5 por 5 *pixels* AWiFS, podendo cada um destes ser referente a diferentes classes de ocupação do solo (e.g. floresta, solo nu, vegetação herbácea), como ilustrado na Figura 4.

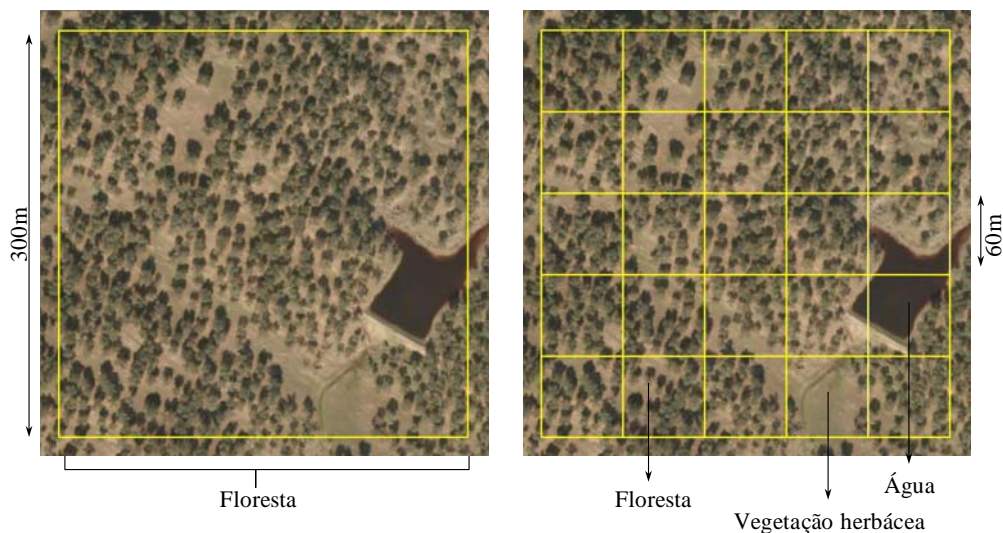


Figura 4 – *Pixel* MERIS (à esquerda) classificado como floresta e *pixels* AWiFS (à direita) classificados em diversas classes (floresta, vegetação herbácea, água, etc.) devido à estrutura da paisagem a diferentes resoluções espaciais.

Apesar de independentes, ambas as bases de dados foram construídas com estratégias semelhantes. Em cada base de dados de treino, a unidade amostral é igual ao *pixel* da imagem correspondente. A escolha do *pixel* como unidade amostral foi feita tendo em conta [10], onde se demonstra que este proporciona os melhores resultados comparativamente com outras soluções (e.g., blocos, polígonos). As duas bases de dados de treino foram construídas através de uma amostragem determinística onde os *pixels* foram recolhidos de forma dispersa pela área para evitar efeitos de autocorrelação espacial, e desta forma, aumentar a exactidão da classificação assistida ([11], [12]).

Foram usados dois classificadores, o da máxima verosimilhança (MV) e o da discriminação linear (DL), na realização de vários testes com os seis conjuntos de informação espectral e temporal. Inicialmente, com os conjuntos de dados espectrais e temporais 1 a 3, derivaram-se mapas de imagens MERIS e AWiFS harmonizadas espectralmente e temporalmente. Os mapas derivados com o conjunto 3 serviram de referência às classificações que se realizaram posteriormente. No teste com o conjunto 4, foi derivado um mapa MERIS onde se acrescentou, à informação usada no conjunto 3, a restante informação temporal disponível para estas imagens (i.e. ao todo, doze imagens mensais). No teste com o conjunto 5, foram derivados dois mapas com toda a informação espectral das imagens MERIS (i.e. 13 bandas) e AWiFS (i.e. 4 bandas). No teste com o conjunto 6, foi produzido um mapa com todas as bandas e datas disponíveis para as imagens MERIS (13 bandas e 12 meses). Na Tabela 4, encontra-se um resumo das análises efectuadas, mais concretamente, comparação inter-imagens (comparação MERIS *vs.* AWiFS) e comparação intra-imagens (comparação de diferentes conjuntos de informação espectral e temporal do mesmo tipo de imagem, MERIS ou AWiFS).

Tabela 4 – Análises permitidas por cada teste com os diferentes conjuntos de informação espectral e temporal.

Conjuntos de informação	MERIS vs. AWiFS	MERIS vs. MERIS ou AWiFS vs. AWiFS
Conjunto 1		
Conjunto 2	Testar a influência da resolução espacial	Testar a influência da dimensão temporal
Conjunto 3		
Conjunto 4		Testar a influência da dimensão temporal
Conjunto 5	Testar a influência da dimensão espectral	Testar a influência da dimensão espectral
Conjunto 6		Testar a influência da dimensão temporal e espectral

Avaliação da exactidão temática

Para avaliar a exactidão temática, foram construídas duas bases de dados de teste independentes, pelos mesmos motivos referidos para a base de dados de treino. Em primeiro lugar, foi construída a base de referência para as imagens MERIS, através de uma amostragem aleatória estratificada por classe de ocupação do solo. Como unidade amostral foi definida uma área equivalente à área do *pixel*. A informação de referência consistiu no conjunto de imagens aéreas de muito grande resolução espacial, obtidas nos anos de 2004 a 2006, que cobrem a totalidade do território continental português. A cada amostra, foram atribuídos dois códigos de ocupação do solo da nomenclatura adoptada, um principal e um alternativo, para inserir a incerteza da interpretação da informação de referência. A descrição pormenorizada do processo pode ser consultada em [13].

De forma análoga, foi construída uma base de referência para a validação da classificação dos conjuntos espectrais e temporais das imagens AWiFS. Utilizou-se uma amostragem aleatória estratificada por classe de ocupação do solo e a informação de referência usada foi o conjunto das imagens aéreas referidas anteriormente. Foi ainda usado um mosaico de imagens LISS-3 e SPOT 4, de 2006. Foram igualmente atribuídos dois códigos da nomenclatura de ocupação do solo a cada amostra de teste.

Após a construção das bases de dados de teste, estas foram comparadas com os mapas resultantes dos testes realizados e construídas matrizes de confusão, das quais se calcularam índices de exactidão global para cada mapa.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos na classificação dos vários conjuntos de informação espectral e temporal das imagens MERIS e AWiFS são apresentados na Tabela 5. De referir que, após a classificação dos três primeiros conjuntos, apenas foi usado o classificador da discriminação linear. Esta situação deveu-se ao facto de o número de amostras de treino disponíveis impossibilitarem o uso do classificador da máxima verosimilhança. Para operar, este classificador necessita de $n+1$ amostras de treino por classe do que as variáveis (n) existentes, e no caso das imagens MERIS, esta condição deixa de se verificar a partir do conjunto 4. Para além disto, importa dizer que, em ambos os tipos de imagens, o classificador da discriminação linear demonstrou melhor comportamento que o da máxima verosimilhança à medida que se aumentou o número de variáveis na classificação.

Tabela 5 – Exactidão global dos mapas de imagens MERIS e AWiFS derivados dos vários conjuntos de informação espectral e temporal com os classificadores da máxima verosimilhança (MV) e da discriminação linear (DL)

Conjuntos de informação	Exactidão global dos mapas MERIS (%)		Exactidão global dos mapas AWiFS (%)	
	MV	DL	MV	DL
Conjunto 1	50.8	46.8	52.2	52.0
Conjunto 2	55.0	59.0	57.0	55.2
Conjunto 3	56.6	61.0	53.7	57.4
Conjunto 4		67.0		
Conjunto 5		70.5		64.0
Conjunto 6		73.0		

Fazendo uma análise dos resultados obtidos, a classificação dos conjuntos 1, 2 e 3 das imagens MERIS e AWiFS sugere que o tamanho do *pixel* não é, por si só, determinante na exactidão global de um mapa. Nos três conjuntos de informação, construídos para avaliar a influência da resolução espacial, a maior diferença obtida na exactidão global entre as imagens MERIS e AWiFS foi na classificação do conjunto 1 com o classificador da discriminação linear (5.2%). Embora esta diferença possa parecer importante, o aspecto relevante é que nos resultados comparativos entre diferentes resoluções espaciais, os melhores e piores resultados na classificação de cada conjunto de informação são obtidos alternadamente pelas imagens MERIS e AWiFS, com ambos os classificadores.

Logo, não é visível nenhuma tendência na exactidão global entre diferentes resoluções espaciais. As diferenças nos resultados relativamente as estes conjuntos de informação (1, 2 e 3) podem então dever-se a dois factores principais. Por um lado, ao facto das classificações terem sido treinadas e testadas com diferentes bases amostrais. Por outro lado, embora as imagens tenham sido equiparadas espectralmente mediante a remoção das bandas não comuns, a informação espectral dos dois tipos de imagens não é exactamente igual. Mesmo depois da equiparação, é inevitável a permanência de diferentes números de bandas e larguras respectivas.

Apesar de a resolução espacial não ter influência na exactidão da classificação das imagens MERIS e AWiFS testadas, tem influência no esforço de amostragem para a construção das bases de dados de treino. De facto, o aumento da resolução espacial provoca um aumento da variabilidade intra-classe devido ao refinamento das condições específicas captadas em cada *pixel*, o que pode originar menores exactidões na classificação [14]. Consequentemente, a amostragem tem que ser mais selectiva para diminuir a variabilidade no seio de cada classe de ocupação do solo. Uma forma de o conseguir passa por amostrar subgrupos (subclasses) dentro de cada classe, treinando-os individualmente e agrupando-os posteriormente à classificação nas classes respectivas. A base de dados de treino das imagens AWiFS foi construída desta forma. Como resultado, foi produzida uma base de dados de treino globalmente maior, comparativamente com a MERIS, mas a sua divisão em subclasses de treino diminuiu a frequência amostral por sub-classe. Este facto conduziu ao problema da dimensionalidade dos dados, conhecido como fenómeno de Hughes [15], que justifica o facto de o acréscimo de variáveis na classificação, a partir de certo ponto, provocar um decréscimo da exactidão, face a uma base de dados de treino finita. Este fenómeno explica a diminuição da exactidão da classificação das imagens AWiFS com o classificador da máxima verosimilhança registada aquando do acréscimo da informação temporal do conjunto 3.

Ainda relativamente à classificação dos conjuntos 1, 2 e 3, no que respeita à comparação intra-imagens (MERIS *vs.* MERIS e AWiFS *vs.* AWiFS), é evidente que o aumento da informação temporal contribuiu para o aumento da exactidão da classificação em ambas as resoluções espaciais, com excepção da situação descrita e justificada anteriormente. Da mesma forma, na classificação do

conjunto 4, onde se acrescentou toda a informação temporal disponível para as imagens MERIS, foi derivado um mapa com ainda maior exactidão global. Assim, torna-se claro que a disponibilidade de imagens ao longo do ano favorece a exactidão da cartografia de ocupação do solo mediante classificação automática. Este facto acontece porque o maior volume de informação temporal permite captar maior número de estados espectrais das classes de ocupação do solo, o que aumenta a probabilidade de as distinguir.

A classificação do conjunto 5, realizado para estudar a influência da resolução espectral, demonstrou que o acréscimo desta informação possibilitou o aumento da exactidão global. Relativamente ao conjunto 3, o conjunto 5 permitiu obter um aumento de 9.5% e 6.6% na exactidão global dos mapas derivados das imagens MERIS e AWiFS, respectivamente. Este resultado vem demonstrar que o comportamento das classes de ocupação do solo é divergente ao longo do espectro electromagnético, e por isso, o maior volume de informação espectral é muito importante para as distinguir por métodos automáticos. A classificação do conjunto 5 demonstra ainda que as bandas contribuem de forma diferente para a melhoria da exactidão global. Repare-se que o acréscimo de apenas uma banda das imagens AWiFS aumentou a exactidão em mais de 2/3 do aumento obtido com 9 bandas das imagens MERIS. Este resultado significa que a região do espectro da quarta banda das imagens AWiFS (infra-vermelho médio) fornece informação muito útil para a discriminação destas classes.

Relativamente à classificação do conjunto 6, o resultado obtido vai ao encontro dos testes anteriores. O incremento da informação espectral e temporal produziu um aumento da exactidão temática, à semelhança do conjunto 4 e 5. O incremento conjunto dos dois tipos de informação em simultâneo potenciou ainda mais os resultados relativamente ao seu acréscimo individual, o que resultou no melhor mapa do estudo (73%).

Na Figura 5, pode-se observar um excerto dos melhores mapas produzidos com ambas as imagens AWiFS e MERIS, resultado da classificação do conjunto 5 e 6, respectivamente, com uma nomenclatura simplificada de forma a facilitar a visualização.

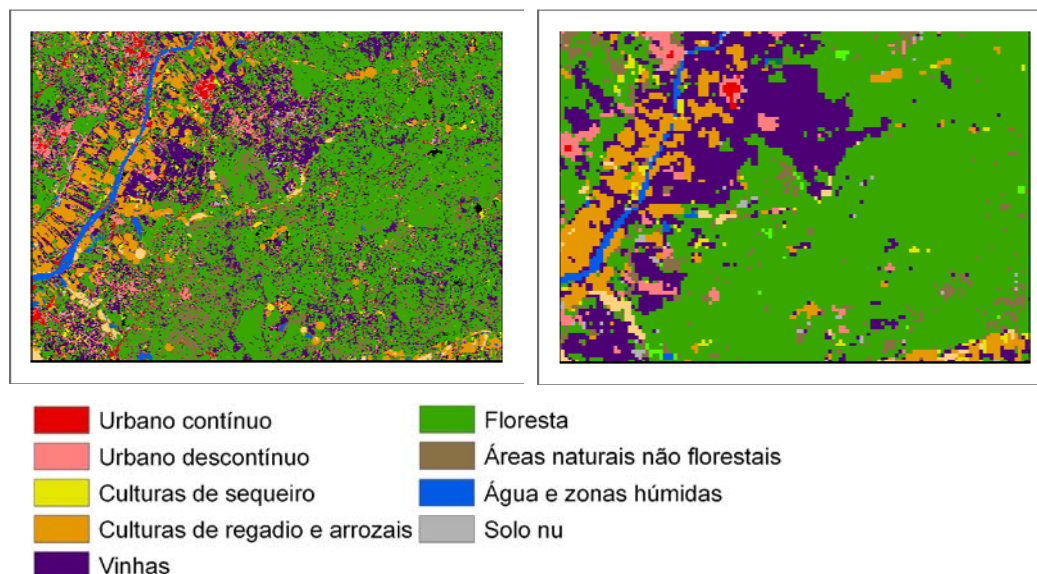


Figura 5- Excerto dos melhores mapas de ocupação do solo derivados do conjunto 5 e 6 das imagens AWiFS (à esquerda) e MERIS (à direita)

Outra questão mais pertinente é encontrada na comparação dos resultados das classificações dos conjuntos 4 e 5. Neste caso, verifica-se que as classificações das imagens MERIS diferem em 3.5%, com vantagem para o conjunto 5. Este resultado sugere que a informação espectral exerce maior influência na exactidão temática do que a informação temporal. Isto quer dizer que existirão maiores diferenças no comportamento das várias classes de ocupação do solo ao longo do espectro electromagnético relativamente ao comportamento espectral das mesmas classes ao longo do tempo. Este resultado corrobora as conclusões obtidas por [16] onde se analisou a influência conjunta e individual da informação espectral e temporal na classificação automática de imagens MODIS para produção de cartografia de ocupação do solo.

Conclusão

Os resultados obtidos comprovam que a maior disponibilidade de informação espectral e temporal de imagens de satélite influencia positivamente a exactidão da cartografia de ocupação do solo produzida por classificação assistida. Mais ainda, comprova-se que a informação espectral desempenha um papel mais decisivo do que a informação temporal na melhoria da exactidão temática.

Pelo contrário, a resolução espacial não influencia a exactidão temática da cartografia quando esta é derivada a partir de bases de dados construídas especificamente para as imagens a classificar. A sua influência é principalmente

sentida no que respeita ao treino da classificação assistida, para o qual é necessário um maior esforço de amostragem à medida que a resolução espacial aumenta.

Os resultados obtidos contribuíram para o esclarecimento de algumas questões acerca da influência das características técnicas das imagens de satélite na produção de cartografia de ocupação do solo. Contudo, outras questões poderão ser abordadas em futuros estudos, como por exemplo, verificação das presentes conclusões na classificação de outras áreas da superfície da Terra, utilização de diferentes nomenclaturas de ocupação do solo, uso de maior quantidade de dados, utilização de outros sensores, diferentes métodos automáticos de extracção de informação das imagens de satélite, entre outras.

Referências bibliográficas

- [1] Mather, P., 2004, Computer processing of remotely-sensed images: an introduction. Wiley, 3rd edition, Inglaterra, 324p.
- [2] Aplin, P., Atkinson, P., Curran, P., 1997, Fine spatial resolution satellite sensors for the next decade. *International Journal of Remote Sensing*, 18, 3873-3881.
- [3] Carrão, H., Sarmiento, P., Araújo, A., Caetano, M., 2007, Separability analysis of land cover classes at regional scale: a comparative study of MERIS and MODIS data, Proceedings of the Envisat Symposium, 23-27 Abril 2007, Montreux, Suíça.
- [4] Carrão, H., Sarmiento, P., Araújo, A., Caetano, M., 2007. Retrieving land cover information from MERIS and MODIS data: a comparative study for landscape characterization in Portugal, Proceedings of the 2007 International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS'2007), 23-27 Julho 2007, Barcelona, Espanha.
- [5] Jensen, J., 1996. *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. Prentice Hall, 2nd edition, EUA, 318p.
- [6] Merheim-Kealy, P., Huot, J., Delwart, S., 1999, The MERIS ground segment. *International journal of Remote Sensing*, 20 (9), 1703-1712.
- [7] Seshadri, K., Rao, M., Jayaraman, V., Thyagarajan, K., Murthi, K., 2005, Resourcesat-1: A global multi-observation mission for resources monitoring. *Acta Astronautica*, 57, 534-539.
- [8] Homer, C., Huang, C., Yang, L., Wylie, B., Coan, M., 2004, Development of a 2001 National Land-Cover Database for the United States. *Photogrammetric engineering & Remote Sensing*, 70 (7), 829-840.
- [9] Araújo, A. e Caetano, M., 2006. Nomenclatura de Ocupação de Solo LANDEO, Instituto Geográfico Português (IGP), Lisboa, Portugal.
- [10] Chen, D. e Stow, D., 2002, The effect of training strategies on supervised classification at different spatial resolution. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 68 (11), 1155-1161.

- [11] Campbell, J., 1981. Spatial correlation effects upon accuracy of supervised classification of land cover. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 47 (3), 355-363.
- [12] Labovitz, M., 1986, Issues arising from sampling designs and band selection in discriminating ground reference attributes using remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 52 (2), 201-211.
- [13] Carrão, H., Araújo, A., Cerdeira, C., Sarmento, P., Capão, L., Caetano, M., 2007. A reference sample database for the accuracy assessment of medium spatial resolution land cover products in Portugal, Proceedings of the 2007 International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS'2007), 23-27 Julho 2007, Barcelona, Espanha.
- [14] Goetz, S. J., Wright, R. K., Smith, A. J., Zinecker, E., Schaub, E., 2003, IKONOS imagery for resource management: Tree cover, impervious surfaces, and riparian buffer analyses in the mid-Atlantic region. *Remote Sensing of Environment*, 88, 195-208.
- [15] Hughes, G., 1968, On the mean accuracy of statistical pattern recognizers, *IEEE Transaction on Information Theory* IT-14 (1), 55-63.
- [16] Carrão, H., Gonçalves, P., Caetano, M., 2008, Contribution of multispectral and multitemporal information from MODIS images to land cover classification. *Remote Sensing of Environment*, 112, 986-997.

ANÁLISE DE TEXTURA DE DADOS ORBITAIS SPOT 5 PARA PRODUÇÃO DE CARTOGRAFIA DE OCUPAÇÃO DO SOLO SOBRE A ÁREA METROPOLITANA DE LISBOA

José António TENEDÓRIO¹, Nuno GASPAR¹, Luís DIAS¹, Jorge ROCHA², Sara ENCARNACÃO¹, Teresa SANTOS¹

¹ *e-GEO — Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa*

Avenida de Berna, 26-C, 1069-061 Lisboa | Tel.: +351 21 7908300 |

ja.tenedorio@fcsh.unl.pt; gaspar.job@gmail.com; diaslf1@gmail.com;

sara.encarnacao@fcsh.unl.pt; teresasantos@fcsh.unl.pt

² *Centro de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa*

Alameda da Universidade, 1600-214 Lisboa | Tel.: + 351 21 7940218 |

jrocha@fl.ul.pt

Resumo

Neste trabalho defende-se que a integração da análise de textura na classificação de imagens poderá contribuir para o aumento da precisão temática, diminuindo a problemática da variabilidade espectral, característica de áreas muito heterogéneas como as áreas metropolitanas. A metodologia desenvolvida foi aplicada a duas cenas SPOT 5 de 2004 da Grande Área Metropolitana de Lisboa (GAML).

Numa primeira fase, classificaram-se as imagens com base nos seguintes algoritmos: *Parallelepiped*, *Minimum Distance*, *Mahalanobis Distance*, *Maximum Likelihood*, *Spectral Angle Mapper*, *Binary Encoding* e *Neural Net*. Retirando de cada classificador o melhor resultado em cada classe foi possível construir dois mapas pré-finais, nomeadamente: não urbano e urbano. A este último foi ainda aplicada a análise de textura na correcção de erros na classe residencial. Numa segunda fase aplicaram-se as seguintes transformações às quatro bandas do sensor HRG: *Minimum Noise Transform*, *Spectral Unmixing*, *Mixture Tuned Matched* e *Filtering*. Esta etapa permitiu a construção de máscaras para as diferentes classes das áreas edificadas..

A análise de textura produziu, entre a primeira e a segunda fases, um aumento global da exactidão temática das classificações, nomeadamente no classificador *Maximum Likelihood* (imagem Norte = 73%, imagem Sul = 76%), para cerca de 80% na cartografia final. Na fase de pós-classificação, realizaram-se algumas correcções à informação produzida, elevando a exactidão para 85%.

Palavras-Chave: *Dados Espectrais, Exactidão Temática, Textura*

1 - Introdução

É afirmado na literatura mais importante por vários autores [12; 8], que uma classificação simplesmente baseada no *pixel* não é suficiente para alcançar resultados satisfatórios. Neste sentido, a presente metodologia assenta no seguinte:

- Uma das vantagens do uso de classificações automáticas assistidas é de classificar os dados das imagens segundo regras de decisão baseadas em diferentes parâmetros estatísticos ou funções polinomiais.
- Uma das grandes dificuldades que subsiste nas classificações espectrais em áreas metropolitanas é a confusão entre superfícies de uso/ocupação do solo de natureza espectral similar, mas de disposição espacial desigual.

1.1 Objectivo

O estudo desenvolvido neste trabalho tem como principal objectivo a produção de cartografia temática de média escala da Grande Área Metropolitana de Lisboa (GAML), recorrendo a um conjunto de técnicas de detecção remota, tais como classificações assistidas automáticas, análise de textura e transformações às bandas, nomeadamente:

- Perceber as potencialidades/problemas de cada classificador na discriminação de dados espectrais em função do uso/ocupação do solo;
- Explorar a análise espacial de textura de modo a detectar e corrigir as superfícies residenciais com erro;
- Aplicar transformações às imagens, de forma a construírem-se máscaras para as classes das áreas edificadas, aplicando-as aos resultados, restringindo a classificação e reduzindo a variabilidade dimensional e espectral dos dados.

2. Dados e Ferramenta de Trabalho

Foram adquiridas para este estudo duas cenas SPOT5 que cobrem totalmente a superfície da GAML. Ambas as imagens contêm as respectivas 4 bandas espectrais dos sensores HRG (*High Resolution Geometric*), e foram adquiridas com rectificação geométrica já realizada, sendo o sistema de coordenadas de referência associado à projecção UTM (*Universal Transverse Mercator*), Datum ED 50, zona 29 Norte. Visto tratar-se de imagens para a GAML, decidiu-se só no

fim de todos os passos metodológicos realizar a transformação de coordenadas para um sistema de projecção nacional Hayford-Gauss Datum Lisboa; coordenadas militares, para se evitar assim qualquer tipo de reamostragem aos dados originais. As suas datas são de Maio de 2004 e distam numa semana.

Tabela 1 - As 4 bandas e intervalos espectrais dos sensores HRG – SPOT5 XS

Banda 1 - Green (Verde) (0,5 – 0,59 μm)	Banda 2 - Red (Vermelho) (0,61 - 0,68 μm)	Banda 3 - NIR (Infra-Vermelho Próximo) (0,78 – 0,89 μm)	Banda 4 - SWIR (Infra-Vermelho Curto) (1,58 – 1,75 μm)
---	---	---	--

A banda 4-SWIR (originalmente com 20 metros de resolução) foi redimensionada a 10 metros de resolução, permitindo a compatibilidade com as restantes bandas. A metodologia aplicada foi desenvolvida em ambiente ENVI 4.2.



Figura 1 – Composição colorida SPOT 5 – RGB-321; à direita Lisboa, à esquerda Azeitão

3. Metodologia, Aplicação e Resultados

A figura 2 ilustra as fases da metodologia adoptada:

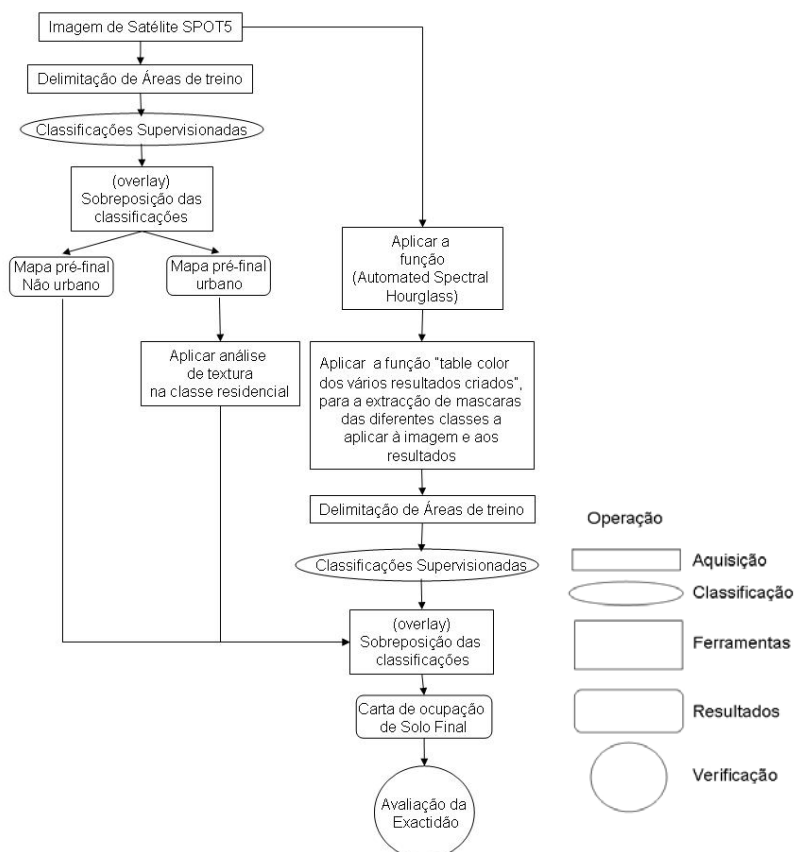


Figura 2 – Diagrama esquemático geral das etapas de processamento digital de imagem

3.1 Nomenclatura classificativa estabelecida

Nas fases de processamento classificativo supervisionado, foram escolhidas 10 categorias temáticas representativas da ocupação e uso do solo:

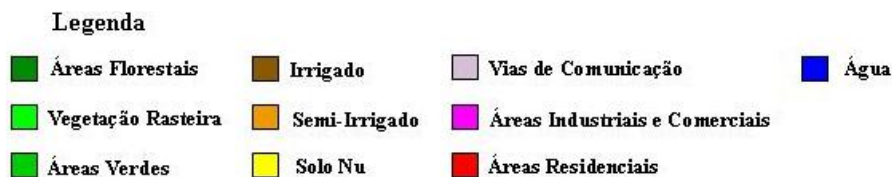


Figura 3 – Classes temáticas de uso/ocupação do solo

3.2 Pré processamento

As duas imagens foram processadas separadamente, diminuindo assim os tempos de processamento. Pela mesma razão, o processamento em cada uma das imagens foi limitado à área administrativa da GAML, nomeadamente:

SPOT5XS_Norte - Área Estudo 1 – Amadora, Cascais, Loures, Mafra, Odivelas, Oeiras, Sintra, Vila Franca de Xira

SPOT5XS_Sul - Área Estudo 2 – Lisboa, Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra, Setúbal

3.3 Classificadores assistidos automáticos

Para a delimitação das áreas de treino (ROI, *Region of Interest* em ENVI), optou-se pela selecção de pontos (1 *pixel*). Para escolher o ponto a entrar como dado de treino, realizaram-se diferentes ajustamentos de contraste nos dados presentes na janela zoom (*Enhance Zoom*) permitindo uma visualização “forçada” dos dados presentes. A escolha do ponto é feita pela oferta de tons disponíveis no ajustamento de contraste, procurando-se seleccionar o *pixel* que apresente as “cores mais próximas” ao objecto. Para cada uma das 10 classes em análise foram seleccionados 120 pontos (sendo que cada *pixel*, perfaz 100 m²).

Para a classificação supervisionada recorreu-se aos seguintes classificadores: *Parallelepiped*, *Minimum Distance*, *Mahalanobis Distance*, *Maximum Likelihood*, *Spectral Angle Mapper*, *Binary Encoding*, e *Neuronal Net*. As grandes diferenças entre eles residem nos parâmetros estatísticos que entram na decisão para determinar que *pixels* representam, segundo as áreas de treino, os valores característicos de reflexão para cada uma das classes temáticas de ocupação [4; 13]. O último classificador não opera desta forma e difere de todos os outros por ser não paramétrico. A rede neuronal é um classificador baseado em polinómios que estão ligados em rede. No *Parallelepiped* utiliza-se a média e uma medida de dispersão (mínimo e máximo ou desvio padrão), na *Minimum Distance* é usada a

média e é similar à *Mahalanobis Distance*, no método *Maximum Likelihood* utiliza-se a média e a matriz de co-variâncias, no método *Binary Encoding* utiliza-se uma codificação binária 0 e 1 dos dados, e no *Spectral Angle Mapper* utiliza-se o ângulo entre os dados.

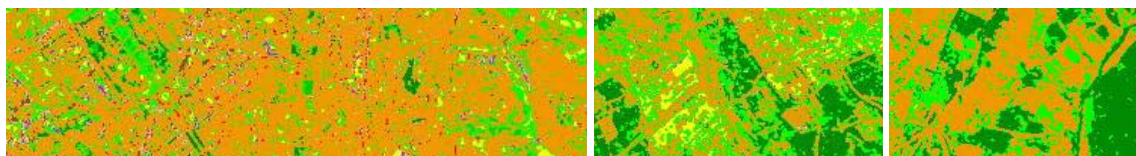


Figura 4 – Resultado *Parallelepiped*

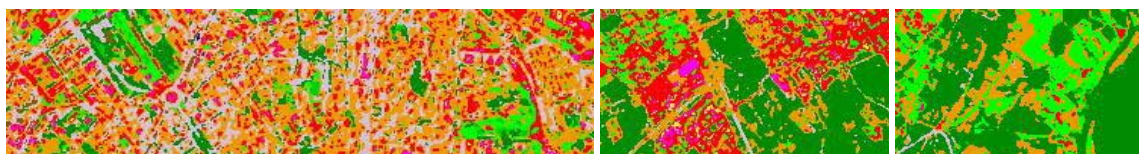


Figura 5 – Resultado *Minimum Distance*

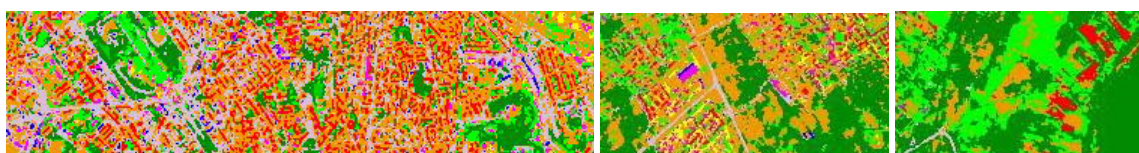


Figura 6 – Resultado *Mahalanobis Distance*

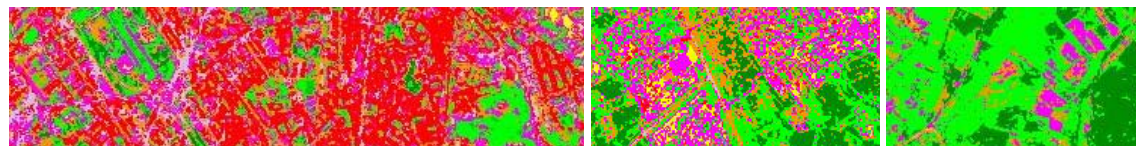


Figura 7 – Resultado *Maximum Likelihood*

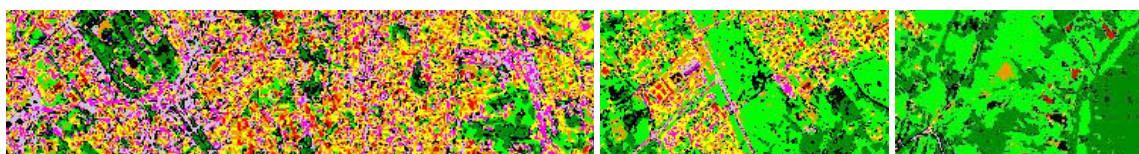


Figura 8 – Resultado *Spectral Angle Mapper*

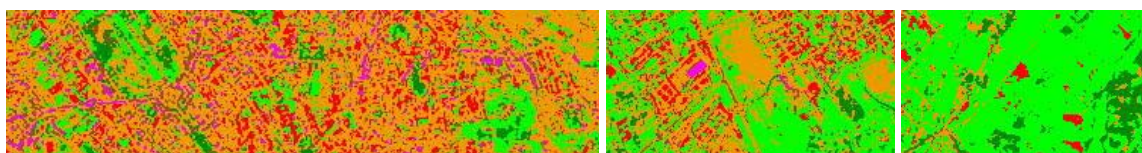


Figura 9 – Resultado *Binary Encoding*

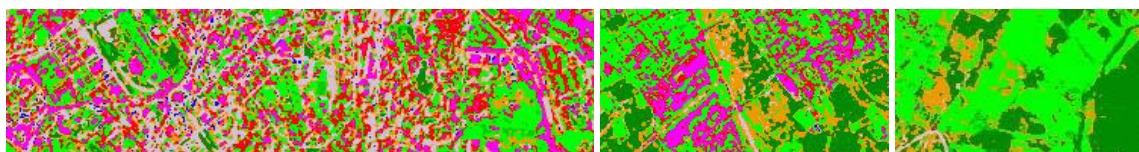


Figura 10 – Resultado *Neural Net*

Os melhores resultados de cada classe em cada classificador foram recombinaados em dois mapas pré-finais, i.e., um mapa representando as classes de não urbano e um mapa representando as classes de urbano, resultando numa classificação híbrida assistida automática, e procurando assim uma optimização, “eliminando” as limitações de uns, com as aptidões de outros, na discriminação das diferentes classes; (função *overlay*).

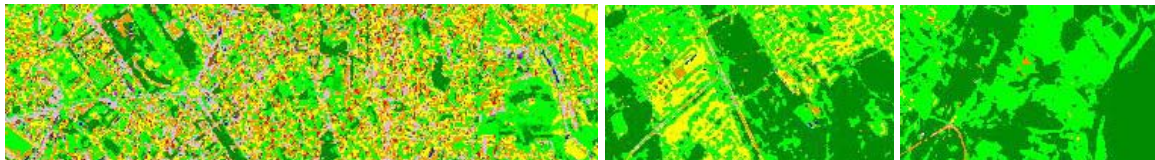


Figura 11 – Mapa base pré-final, de não urbano

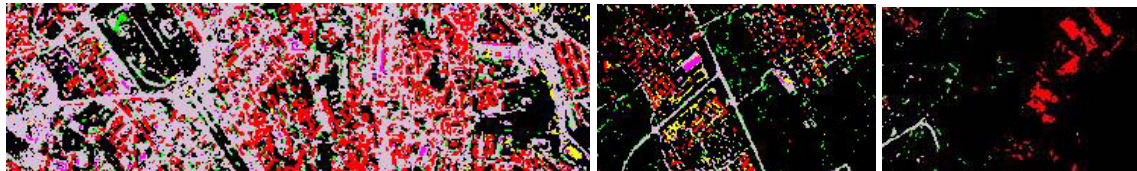


Figura 12 – Combinação de resultados para urbano e superfícies com erro

Este processo facilita a discriminação das classes, mas não afasta o erro consequente da similaridade espectral entre diferentes usos/ocupação do solo. Desta forma, introduz-se a análise de textura ao procedimento.

3.4 Análise Espacial de Textura

A variação de brilho é uma característica inerente às condições de reflectância dos elementos que constituem a imagem. A transformação de textura refere-se às variações espaciais dos tons da imagem em função da sua resolução espacial, quantificando as diferenças de níveis cinza dentro de uma área predefinida, com ou sem direcção estabelecida [7]. O cálculo destas imagens pode ser usado para combinar estes resultados com as bandas originais na fase classificativa, introduzindo-se desta forma informação espacial dos diferentes objectos classes melhorando os resultados finais [18; 8; 17; 14; 15; 19], ou podem servir para classificar directamente estes resultados. A matriz GLCM (*Grey-Level Co-occurrence Matrix*) serve de medição à textura e tem sido das mais utilizadas desde que foi proposta por Haralick nos anos 70 [7]. A análise de textura por GLCM tem em consideração a relação espacial entre dois *pixels* num determinado momento, denominados um de *pixel* de referência, e outro de *pixel* vizinho. Para cada relação espacial que se pretende estudar existem diferentes matrizes

(parâmetro estatístico), podendo-se equacionar o tamanho da janela, a direcção, a distância do cálculo e a banda de cálculo. O uso da GLCM permite aplicar automaticamente 8 diferentes tipos de resultados: média, variância, homogeneidade, contraste, dissimilaridade, entropia, segundo momento e correlação. A variância, por exemplo, mede a diferença de dispersão entre o *pixel* de referência e os seus vizinhos na janela. O seu resultado é similar à entropia, geralmente associada ao grau de desordem. A correlação por sua vez mede a dependência linear.

Os métodos de análise de textura são frequentemente usados no reconhecimento e distinção de diferenças espaciais características das imagens [19]. [7] cita alguns autores que mostram a capacidade que análise de textura tem em captar variações do uso do solo em ambientes urbanos. [14] afirma que um dos principais usos de análise de textura em aplicações urbanas é de determinar as fronteiras das aglomerações urbanas. Nessa perspectiva, é relevante observar que, a resolução espacial elevada poderá ajudar na discriminação automática das superfícies construídas e não construídas. [1], considera a análise de textura como um bom indicador para a detecção de edifícios tendo sido utilizada para detectar e corrigir estruturas das classes de uso urbano. Segundo este autor, uma quantidade limite de *pixels*, em cada categoria, é dada como sugestão potencial na detecção e correcção de erros durante o processo classificativo. Neste trabalho foi seguida a mesma metodologia como é ilustrado na seguinte figura:

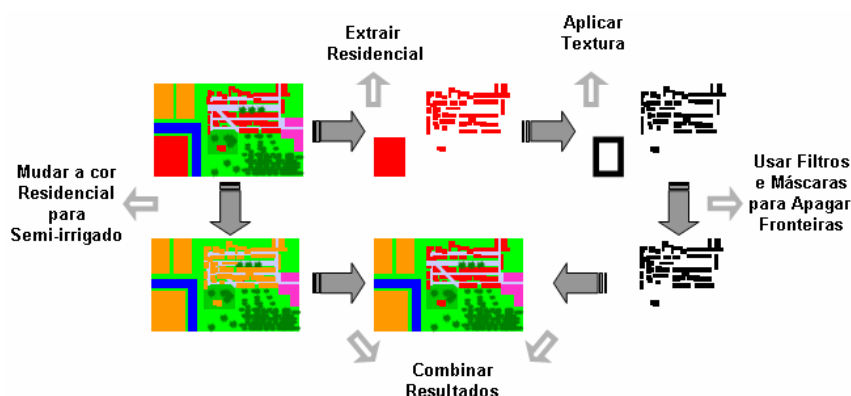


Figura 13 – Uso da análise de textura para detectar e corrigir erros associados à classe residencial.

Embora as diferentes superfícies possam ter semelhanças espectrais entre elas, estas apresentam-se espacialmente diferentes. As dimensões das áreas de semi-irrigados com erro, são relativamente maiores que a das áreas residenciais. As últimas apresentam-se como redes que tendem a alinhar-se com uma direcção dominante, numa pequena área, e possuem regularidade geométrica. Tendo em

conta a resolução espacial da imagem em processamento (10 metros), as maiores habitações correspondem, regra geral, entre dois a oito *pixels*, agrupados em linhas, paralelos às estradas, em formas fechadas (quarteirões) ou abertas, ou registando-se numa disposição mais errante e dispersa.

Com a análise de textura é possível detectar a variação de tons numa classificação, ou numa dada classe. A variabilidade espacial que estas duas diferentes ocupações apresentam, em conjunto com a estatística e a pequena dimensão da janela escolhida (3x3), permitem detectar as fronteiras onde existe variação dos níveis cinza da classificação e do fundo do mapa. Como as áreas de solo semi-irrigado com erro associado são de maior dimensão, estas ficam sem dados no seu interior. Por sua vez, como as áreas residenciais têm pequenas dimensões, as suas fronteiras correspondem a pontos, ou conjuntos destes, formando por vezes linhas com formas mais ou menos pronunciadas. Torna-se então possível separar os diferentes elementos usando para tal o número de *pixels* contidos nessa informação espacial. A disposição espacial das diferentes superfícies também pode ser usada integrando informação de tamanho, forma, textura e padrão das classes de uso do solo.

A análise visual do uso deste procedimento pode agora ser observada com detalhe nos resultados das imagens seguintes (14 a 19), correspondentes ao centro de Lisboa e Azeitão. Para tal, primeiro extrai-se a classe residencial do último resultado da combinação das áreas urbanas, depois realiza-se a análise de textura sobre esta classe e homogeneiza-se esse resultado.

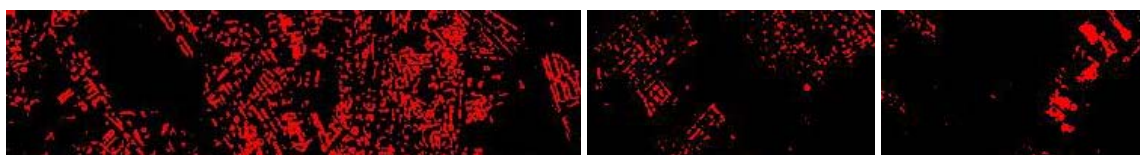


Figura 14 – Extrair residencial

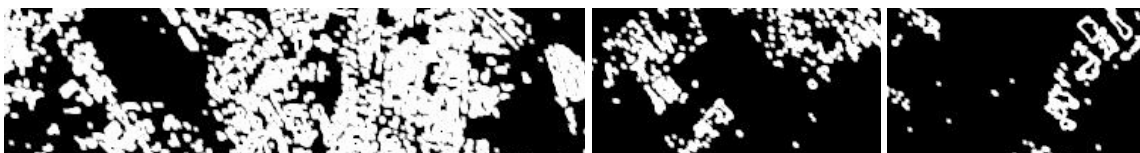


Figura 15 – Análise de textura resultado *Entropy*, detecção de fronteiras

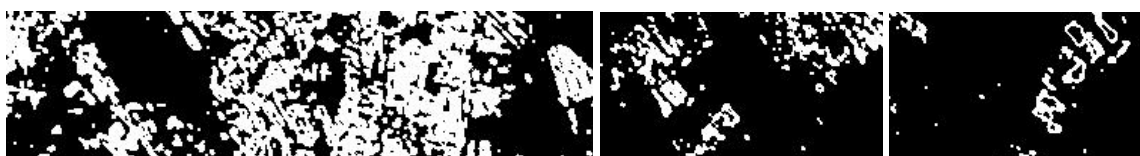


Figura 16 – Homogeneizar a análise de textura, resultado *Entropy stretch*, diminuição das fronteiras

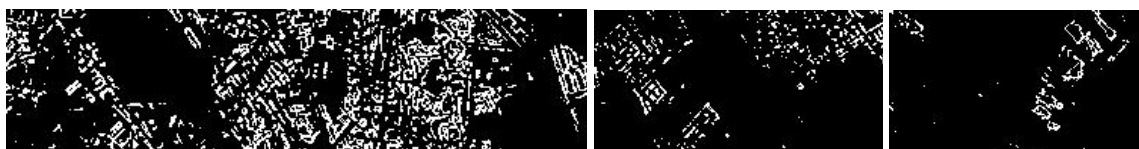


Figura 17 - Homogeneizar a análise de textura, resultado *Entropy stretch*, com sobreposição de máscara preta do extrair residencial, para a diminuição das fronteiras

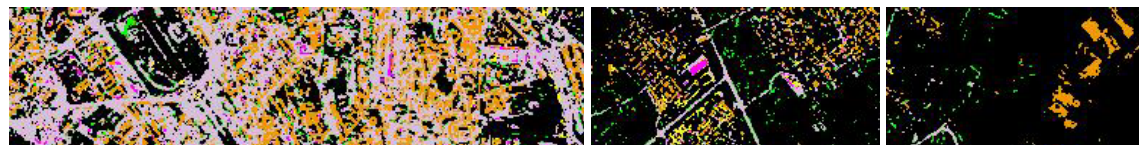


Figura 18 – Mudar a cor residencial para semi-irrigado

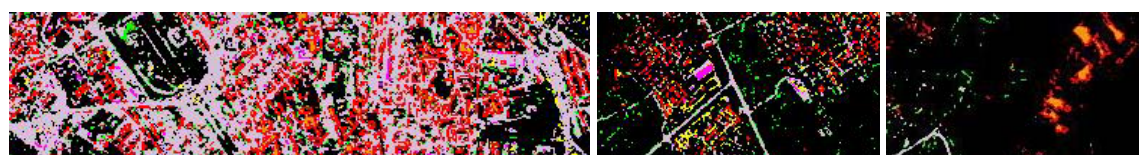


Figura 19 – Combinação de Resultados,

Apesar de melhoria de resultados, são ainda detectados erros, na medida em que alguns elementos de semi-irrigado apresentam dimensões semelhantes às áreas de residencial. A etapa seguinte explica o método para a diminuição das fronteiras das superfícies com erro residencial.

3.5 Criação de máscaras urbanas - *Automated Spectral Hourglass*

Nesta etapa foi aplicada, às 4 bandas do sensor, a função *Automated Spectral Hourglass* que consiste nos algoritmos de transformação automática da imagem MNF, *minimum noise fraction*, PPI, *pixel purity index*, *Spectral un-mixing*, MTMF, *Mixture Tuned Matched Filtering*. Nestes resultados (figuras 21 a 28), e recorrendo à opção *stretch table color*, construíram-se máscaras das estruturas urbanas, quer para aplicar à imagem numa 2ª fase classificativa, quer para sobrepor ao resultado da análise de textura, de forma a apagar as fronteiras das superfícies com erro residencial. Os princípios aqui utilizados neste passo baseiam-se na redução da dimensionalidade dos dados a classificar, e na análise espectral dos *pixels* (figura 20)

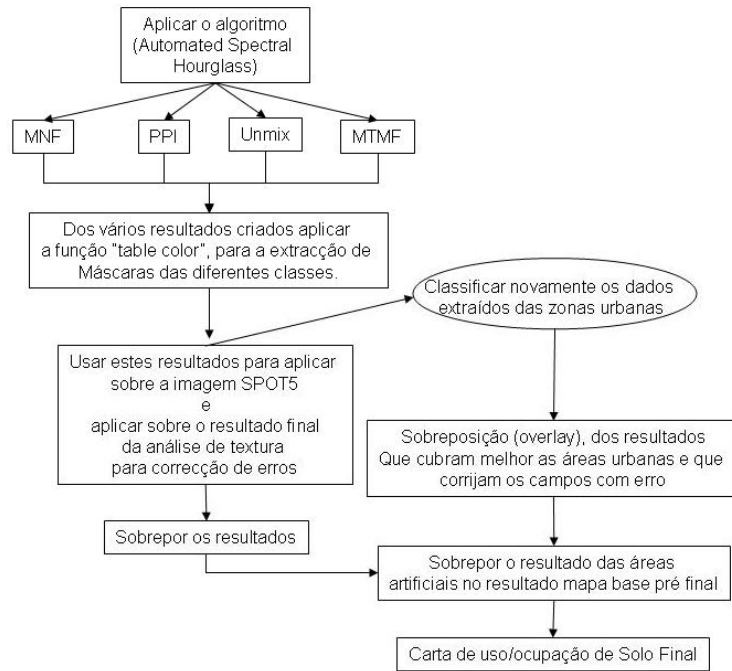


Figura 20 – Função *Automated Spectral Hourglass* (MNF, *minimum noise fraction*, PPI, *pixel purity index*, Spectral un-mixing, MTMF, *Mixture Tuned Matched Filtering*)

A transformação por MNF, é similar à de ACP (Análise de Componentes Principais), onde o objectivo é a redução dimensional dos dados iniciais em componentes. Também permite diminuir a influência de outros materiais que contaminam determinados *pixels*, eliminando o ruído [10; 11], usando para tal variações espaciais do valor de brilho de cada *pixel*. A transformação por MNF modificada por [5; 6] é essencialmente uma cascata de 2 transformações por ACP., na medida em que as primeiras componentes, contêm muita da informação da imagem e menos ruído.

A primeira transformação baseia-se na estimação da matriz de covariâncias do ruído, descorrelacionando e rescalando o ruído contido nos dados. Esse primeiro passo resulta numa transformação dos dados na qual o ruído tem uma unidade de variância e não apresenta correlação entre bandas. O segundo passo é composto por uma transformação em ACP do ruído dos dados. A inerente dimensionalidade dos dados determina o exame dos valores próprios (eigenvalues) associados à imagem. O espaço de dados pode ser dividido em duas partes: uma parte associado aos elevados valores próprios na imagem, e a parte de complementaridade de valores próprios próximos e ruído dominante na imagem. Usando unicamente proporções coerentes, o ruído é separado dos dados, melhorando assim o resultado do processamento espectral [5]. Por uma série de

transformações os dados são transladados para terem zero como média, e depois rodados e escalados, para que, todo o ruído contido em todas as bandas seja descorrelacionado e tenha variância zero [3]. Depois os dados são repetidamente projectados tal como em ACP, em vectores unitários aleatórios. A estimação de ruído pode vir de uma ou três fontes; da aquisição de dados negros da imagem, do cálculo de estatísticas dos dados do ruído, ou de estatísticas guardadas de uma anterior transformação. Ambos os valores próprios e imagens MNF (imagens dos valores próprios) são usados para avaliar a dimensionalidade dos dados. Assim as primeiras componentes revelarão quase toda a dimensionalidade dos dados, enquanto as ultimas registarão o ruído contido nas imagens [10; 11; 3].

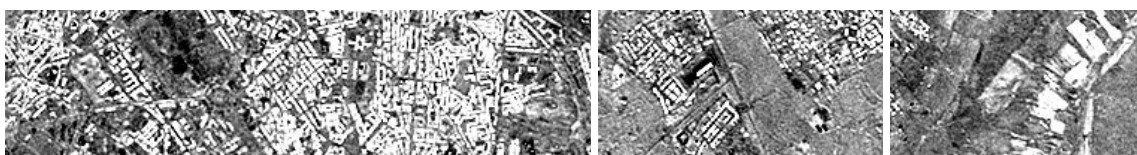


Figura 21 – MNF Componente 4

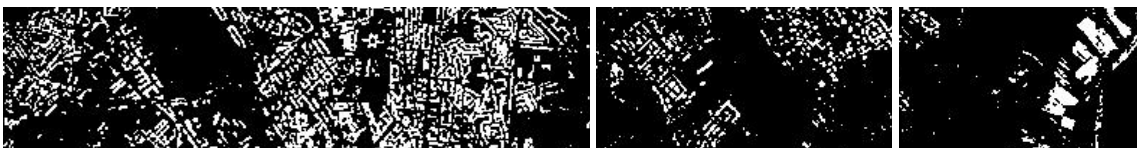


Figura 22 – Máscara Residencial e Semi-Regadio

Na redução da dimensão espacial é empregue o Índice de Pureza do *Pixel* (PPI), o qual apresenta para cada *pixel*, o número de vezes que o mesmo foi definido como vértice, *pixels* extremos [3], i.e., quanto maior o valor, maior o grau de pureza espectral. Tipicamente, os *pixels* mais puros espectralmente correspondem a membros finais misturados (*mixing endmembers*). O índice é calculado pela repetição de projecções, n-dimensionais em gráficos de dispersão, com uma unidade de vector aleatório. Os *pixels* extremos são registados para cada projecção e contabilizado o número total de vezes que cada *pixel* é marcado como extremo. Os *pixels* mais importantes são os com maiores índices de pureza, sugerindo que o material é um membro final, e é previamente seleccionado, e usado no cálculo do PPI. Os *pixels* da imagem são depois comparados com espectros específicos. Se algum tiver um comportamento espectral similar com o material em alvo, este passa a estar identificado, e é separado dos outros *pixels* puros. Isto permite que o método classifique e cartografe as componentes da imagem. O resultado da classificação executada por este processo é uma imagem que revela as melhores correspondências feitas pelo classificador por cada *pixel*. Adicionalmente,

imagens *rule* são calculadas e mostram a actual distancia angular (em radianos) entre cada espectro na imagem, e entre cada membro final do espectro de referência. *Pixels* pretos na imagem *rule* representam ângulos espectrais pequenos, indicando mais correspondência com os membros finais [9; 2; 11].



Figura 23 – Spectral Angle Mapper Rule Image Banda 2

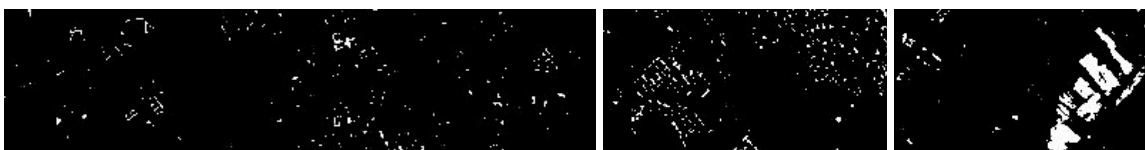


Figura 24 – Construção de Máscara Residencial Semi-Irrigado 2

A análise de mistura de *pixels* pode ser dividida em duas etapas: i) identificação de *pixels* puros na imagem, ii) identificação do uso para realizar a sua separação espectral (*unmixing*). O modelo linear assume que nenhuma interacção ocorre entre os diferentes materiais, adicionando o sinal. Múltiplas dispersões ou difusões da luz que envolvem vários materiais, incorrem na multiplicação do sinal (processo não linear). A escala espacial da mistura, e a distribuição física dos diferentes materiais, influenciam o grau de não linearidade. Segundo [5; 16], se a escala da mistura é elevada (macroscópica), a mesma ocorre de forma linear. Para misturas microscópicas ou mais pequenas é geralmente não linear.

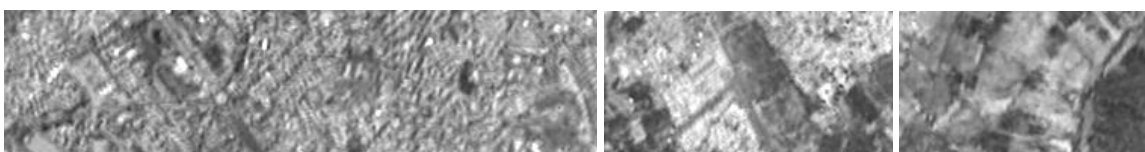


Figura 25 – *UnMix* Classe 5

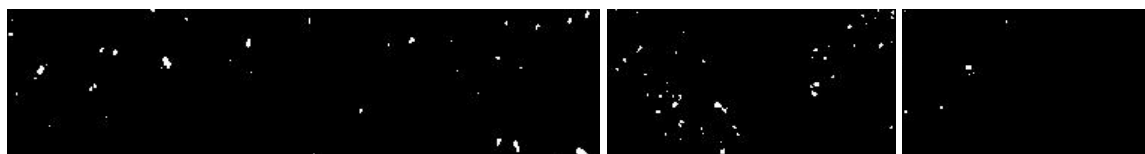


Figura 26 – Construção de Máscara Solo Nu e Industria

A combinação de filtros de mistura de tons (MTMF) é uma técnica há muito conhecida que combina as melhores partes do modelo de Análise Linear de Mistura (*Linear Spectral Mixing Model*) e a estatística do filtro [5]. São produzidas as imagens MNF, e um conjunto de imagens iniciais para cada

membro final - as imagens de infeasibilidade (*infeasibility*). As imagens são similares às de *unmixing* descritas anteriormente, mas menos significantes computacionalmente. Os resultados apresentam-se em imagens com uma escala cinza, com valores compreendidos entre zero e um, que providenciam um meio de estimação relativa do grau de correspondência ao espectro de referência, onde um para o MF, e zero para o *infeasibility*, significam a correspondência perfeita [5]. Baixos valores de *infeasibility* e altos valores de MF, são normalmente interpretados como elevada abundância do alvo em estudo. Os valores registados no primeiro resultado indicam a percentagem de reflectância devida a cada membro final em cada *pixel*. O segundo resultado indica aproximadamente a probabilidade de valor MF por cada *pixel* e para cada membro final.



Figura 27 – MTMF – Score 1

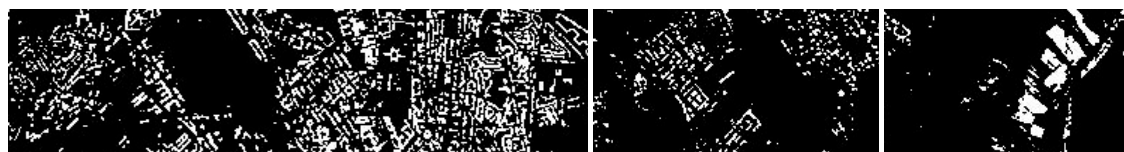


Figura 28 – Produção de Máscara Residencial e Semi-Regadio 3

Por fim são combinadas as máscaras urbanas com a análise textura, eliminando as fronteiras de erro.

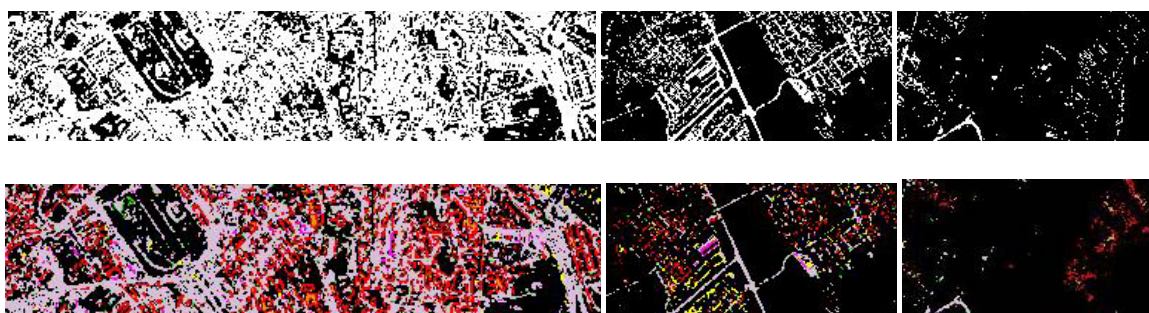


Figura 29 – Combinação de resultados máscaras das zonas urbanas e sobreposição na análise de textura, para apagar fronteiras de erro.

3.6 2º Fase classificativa das imagens - Combinação de Resultados

Realizam-se novas combinações das classificações conseguidas para as superfícies urbanas (figura 30), seguida da integração de todos os resultados numa imagem classificada final (figura 31).

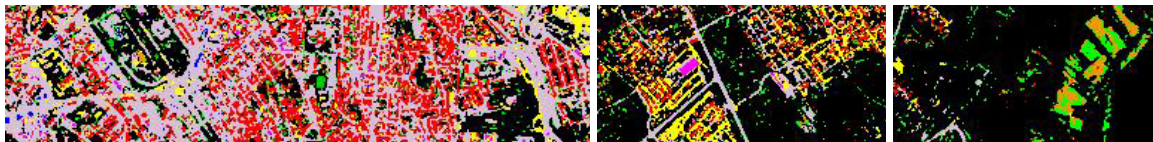


Figura 30 – Combinação de resultados das classificações urbanas

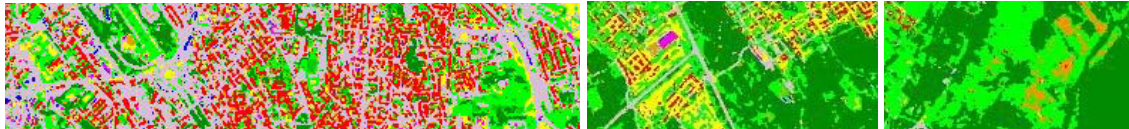


Figura 31 – Combinação dos resultados finais (extracto da Carta de uso/ocupação de solo final)

4. Avaliação da qualidade e discussão

A avaliação qualitativa (visual) dos resultados finais (figura 32) parece revelar uma adequada representação da realidade. É também notória a presença de pouco ruído nos resultados finais. Contudo é possível a identificação de áreas irrigadas, nomeadamente áreas de sapal, classificadas como estrada.

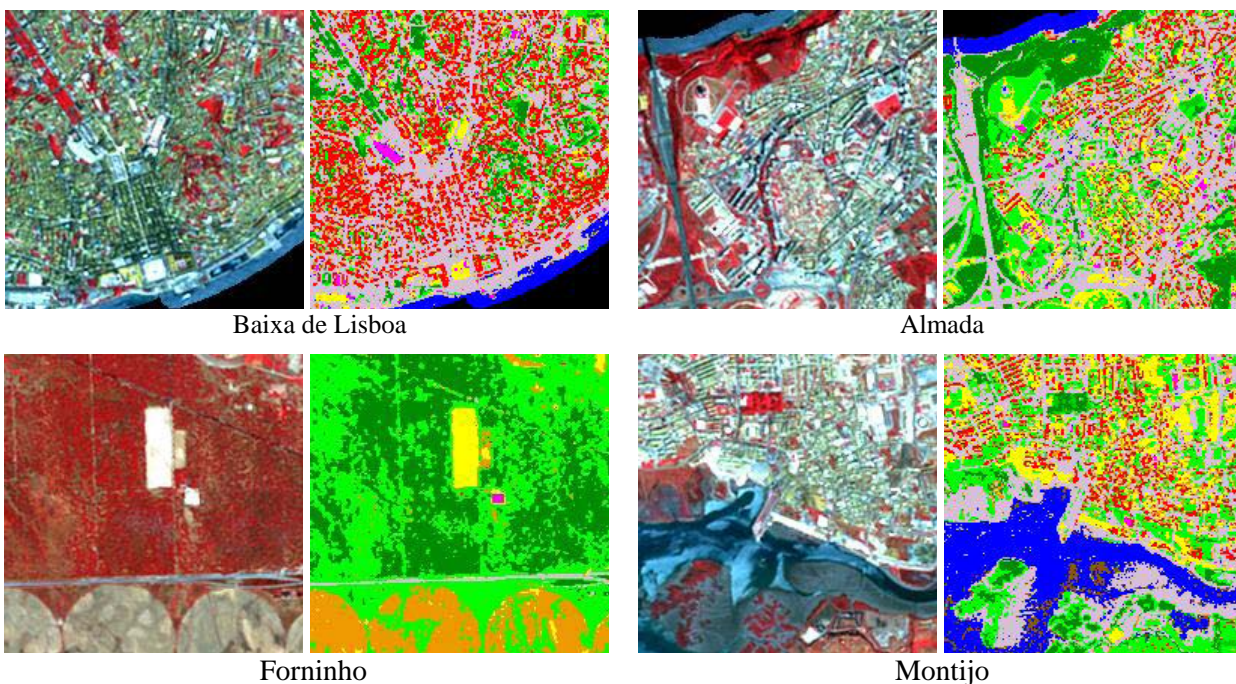


Figura 32 – Exemplos do resultado final referente ao fim do procedimento digital de imagem

A avaliação quantitativa dos resultados revela-se necessária para a confirmação da hipótese de que a análise de textura poderia melhorar o resultado das classificações assistidas. Para tal foi construída a matriz de confusão ou erro, e calculados os índices de exactidão global, índice k, exactidão para o produtor e consumidor de cada classe temática. Deste modo, fez-se uso da estatística de cálculo de tamanho da amostra de teste, sobre um intervalo de confiança de exactidão de 3%, para um nível de confiança de 95%, e optou-se pela amostra

estratificada aleatória, de 1200 áreas de teste, 120 por cada classe, ficando assegurado para uma população maior que 10^7 pixels, o respectivo intervalo de confiança de 3%, para um nível de confiança de 95%. A tabela 2 apresenta a avaliação de resultados para a 1ª fase de classificação:

Tabela 2 – Resultados de Exactidão Global (EG), e índice K, para os diferentes métodos classificativos, nas duas áreas de estudo

Método	Área de Estudo 1		Área de Estudo 2	
	EG (%)	K	EG (%)	K
<i>Binary Encoding</i>	21.08	0.12	32.83	0.25
<i>Parallelepiped</i>	36.83	0.30	48.83	0.43
<i>Spectral Angle Mapper</i>	50.92	0.46	61.00	0.57
<i>Neuronal Net</i>	59.91	0.55	64.42	0.60
<i>Minimum Distance</i>	63.75	0.59	74.15	0.71
<i>Mahalanobis Distance</i>	67.25	0.63	75.33	0.72
<i>Maximum Likelihood</i>	73.66	0.70	76.08	0.73

A diferença dos resultados quantitativos entre os classificadores é significativa (cf. figuras 4 a 10), sendo que nenhum em si mesmo consegue um resultado satisfatório. Os resultados finais encontram-se resumidos na seguinte tabela:

Tabela 3 – Matriz de confusão relativa à validação da classificação no final de processamento; Resultados de Exactidão Global (EG), índice K, Erros de Comissão (EC), Erros de Omissão (EO), Exactidão do Utilizador (EU), Exactidão do Produtor (EP), (valores em percentagem).

Exactidão Global (EG) = 80.25%													
índice K = 0.7806													
Classes	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	Total	EC	EU
01.Floresta	99.17	1.67	4.17	2.50	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.08	10.53	89.47
02.Áreas Verdes	0.00	98.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.83	0.00	100.00
03.Irrigado	0.00	0.00	18.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	0.00	100.00
04.Semi-Irrigado	0.00	0.00	0.00	30.00	1.67	0.00	3.33	0.00	0.83	0.00	3.58	16.28	83.72
05.Veg. Rasteira	0.83	0.00	35.00	38.33	93.33	0.00	0.00	0.83	0.83	0.00	16.92	44.83	55.17
06.Solo Nu	0.00	0.00	0.83	1.67	0.83	99.17	8.33	0.00	5.00	0.00	11.58	14.39	85.61
07.Residencial	0.00	0.00	0.83	5.83	0.83	0.00	84.17	0.00	0.00	0.00	9.17	8.18	91.82
08.Estradas	0.00	0.00	18.33	20.83	0.00	0.00	2.50	97.50	10.83	0.00	15.00	35.00	65.00
09.Industrial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	82.50	0.00	8.33	1.00	99.00
10.Água	0.00	0.00	22.50	0.83	0.00	0.00	1.67	1.67	0.00	100.00	12.67	21.05	78.95
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		
EO	0.83	1.67	81.67	70.00	6.67	0.83	15.83	2.50	17.50	0.00			
EP	99.17	98.33	18.33	30.00	93.33	99.17	84.17	97.50	82.50	100.00			

Como se pode observar, não foi conseguido um resultado satisfatório ao nível da exactidão global, que rondaria os 85%. Mas o procedimento em causa elevou bastante os indicadores de qualidade entre 4 % a 7% entre o classificador por *Maximum Likelihood* (imagem Norte = 73%, imagem Sul = 76%), e a cartografia final, (cerca de 50 pixels, a mais correctos). Analisando a matriz de confusão da

cartografia final produzida (Tabela 3), identificam-se erros que ocorreram entre a classe estradas e a classe irrigado, já discutidos na análise visual (ver Fig 32, exemplo Montijo). Deve salientar-se que perante o objectivo em estudo se deu maior prioridade à classificação da classe estradas e outras áreas urbanas e consequentemente, as zonas irrigadas e as zonas de sapal têm maior erro.

Pode-se também registar, quer visualmente, quer analiticamente que existem ainda erros entre a classe residencial e áreas semi-irrigadas, e que se devem principalmente às similares dimensões entre estas superfícies com erro e as residências. De realçar também, que na classe áreas industriais e comerciais, aquelas constituídas por telhados de betão ou telha, tornam-se difíceis de discriminar em relação à classe estradas e residencial.

A baixa exactidão global obtida deve-se essencialmente aos erros entre as estradas e as superfícies irrigadas nos sapais, e entre a classe vegetação rasteira e as classes irrigado e semi-irrigado. Assim, optou-se pela edição manual do resultado final de algumas superfícies de classe irrigado e semi-irrigado, elevando a exactidão global até 85%.

5. Conclusão

Este trabalho teve como objectivo a produção de informação cartográfica do uso/ocupação de solo da GAML, com recurso a imagens de satélite SPOT5, apoiado numa aplicação de detecção remota, que englobou uma classificação multi-estratégica. Globalmente podemos considerar esta técnica adequada à elaboração de cartografia de uso/ocupação do solo.

A principal limitação encontrada nos métodos de classificação assistidos usados em paralelo no decorrer da 1ª fase, é de “confundirem” algumas das classes de uso/ocupação de solo. De facto uma classificação simplesmente baseada no *pixel*, não é suficiente para alcançar resultados satisfatórios, tendo-se que recorrer a informação espacial diferenciável das superfícies, derivada da análise de textura. Esta análise revelou-se valiosíssima para todo o processo de produção, uma vez que permitiu a detecção e correcção de erros associados à confusão espectral entre as diferentes classes de uso/ocupação de solo, nomeadamente uso residencial e semi-irrigado. Torna-se assim possível ultrapassar as limitações provocadas pelas similaridades espectrais entre estas classes, pois estas apresentam-se espacialmente diferentes. A variabilidade espacial que compõem as diferentes

superfícies terrestres, pode, assim, contribuir eficazmente para a optimização do processo classificativo com a integração de elementos de disposição espacial de tamanho, forma, textura e padrão.

As transformações às bandas realizadas pelo conjunto de algoritmos contidos no menu *Automated Spectral Hourglass*, e das máscaras urbanas criadas dos diversos resultados, tiveram como objectivo diminuir a variabilidade dimensional dos dados e realizar automaticamente a sua análise espectral, contribuindo na afinação final do processo classificativo.

A avaliação quantitativa dos resultados finais revela um aumento global da exactidão temática na ordem de 5 a 10 % entre a primeira fase classificativa, e a cartografia final, com um nível de confiança de 95%, para um intervalo de 3%.

Apesar dos bons resultados demonstrados pelo procedimento, não se alcançou o nível de exactidão global desejada de 85%, pelo que se conclui que apesar de se conseguir uma pequena melhoria dos resultados com a introdução da análise de textura, esta não contribuiu significativamente para a eliminação da heterogeneidade espectral presente na classificação de imagens para uso/ocupação do solo, sendo, no entanto pertinente futuros desenvolvimentos desta técnica

Bibliografia

1. Al Haddad, Bahaaeddin I.; Burns, A., Malcolm C.; Cladera, Josep Roca, (2007) "Texture Analysis for Correcting and Detecting Classification Structures in Urban Land Uses; Metropolitan area case study - Spain" - Urban Remote Sensing Joint Event, 2007; Centre de Política de Sòl i Valoracions (CPSV), Universidad Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona, España, http://www-cpsv.upc.es/documents/URS2007_II.pdf (24/04/2008)
2. Aspinall, Richard J.; Marcus, W.; Andrew; Boardman, Joseph W.; (2002) "Considerations in collecting, processing, and analysing high spatial resolution hyperspectral data for environmental investigations" J Geograph Syst 4:15–29
3. Boardman, Joseph W.; Kruse, Fred A.; Green, Robert O.; (1995) "Mapping Target Signatures Via Partial Unmixing Of AVIRIS Data" Proceedings, JPL Publication 95-1
4. CCRS, Canada Centre for Remote Sensing, (2007) "Fundamentals of Remote Sensing" http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/pdf/fundamentals_e.pdf (24/04/2008)
5. ENVI 3.4 tutorial – "The environment for visualizing images", ITT Visual Information Solutions. <http://www.itvis.com/tutorials/index.asp> (24/04/2008)
6. Green, A. A.; Berman, M.; Switzer, P.; and Craig, M. D., (1988) "A transformation for ordering multispectral data in terms of image quality with implications for noise removal" IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 26, no. 1, p. 65-74.
7. Hall-Beyer, Mryka, (2007) "The GLCM Tutorial Home Page, Version: 2.10", An online image textural resource within the University of Calgary.

- <http://www.fp.ucalgary.ca/mhallbey/tutorial.htm> (24/04/2008)
8. Herold, M., Liu, X.; & Clarke, K. C. (2003) "Spatial Metrics and Image Texture for Mapping Urban Land Use" *Photogrammetric, Engineering and Remote Sensing*, 69(8), 991–1001.
 9. Kruse, F. A. (2005) "Multi-resolution segmentation for improved hyperspectral mapping" in *Proceedings, SPIE Symposium on Defense & Security*, 28 March - 1 April 2005, Orlando, FL, v. v. 5806, p. 161 – 171.
http://www.hgimaging.com/PDF/Kruse_SPIE2005_multires_segmentation_paper5806-17.pdf (24/04/2008)
 10. Kruse, F. A. (1998) "Advances in Hyperspectral Remote Sensing for Geologic Mapping and Exploration" in *Proceedings 9th Australasian Remote Sensing Conference*, Sydney, Australia, July 1998. http://www.hgimaging.com/PDF/Kruse_9th_australasian_rs_98.pdf (24/04/2008)
 11. Kruse, F. A., Richardson, L.L., and Ambrosia, V. G., 1997, "Techniques developed for geologic analysis of hyperspectral data applied to near-shore hyperspectral ocean data" In *proceedings, ERIM 4th International Conference, Remote Sensing for Marine and Coastal Environments: Environmental Research Institute of Michigan (ERIM), Ann Arbor*, v. I, p. I-233-I-246. http://www.hgimaging.com/PDF/Kruse_erim97_marine.pdf (24/04/2008)
 12. Maktav, D.; Erbek, F. S.; Jurgens, C., (2005) "Remote sensing of urban areas" *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 26, No. 4, 655–659
 13. NASA, Dr. Short, Nicholas M., (2007) "The Remote Sensing Tutorial", An online remote sensing resource within the NASA official website. <http://rst.gsfc.nasa.gov/> (24/04/2008)
 14. Pesaresi, Martino; (2000) "Texture Analysis for Urban Pattern Recognition Using Fineresolution Panchromatic Satellite Imagery" *Geographical & Environmental Modelling*, Vol. 4, No. 1, 43- 63
 15. Pesaresi, Martino; (1999) "Textural Classification of Very High-Resolution Satellite Imagery: Empirical Estimation of the Interaction between Window Size and Detection Accuracy in Urban Environment" 0-7803-5467-2/99 IEEE
 16. Singer, R. B.; McCord, T. B (1979) "Mars - Large scale mixing of bright and dark surface materials and implications for analysis of spectral reflectance" In: *Lunar and Planetary Science Conference, 10th, Houston, Tex., March 19-23, 1979, Proceedings. Volume 2. (A80-23617 08-91)* New York, Pergamon Press, Inc., 1979, p. 1835-1848.
 17. Wikantika, Ketut; Wihartini, Ryutaro Tateishi and Harto, Agung Budi; (2000) "Spectral and Textural Information of Multisensor Data for Land Use Classification in Metropolitan Area" 0-7803-6359-O/OO IEEE
 18. Zhang, Q.; Wang, J.; Gong, P.; Shi, P.; (2003) "Study of urban spatial patterns from SPOT panchromatic imagery using textural analysis" *Int. J. Remote Sensing*, Vol 24, N°.21, 4137–4160.
 19. Zhang, Yun; (1999) "Optimisation of building detection in satellite images by combining multispectral classification and texture filtering" *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 54, 50–60

Aplicação da Detecção Remota à actualização da distribuição parcelar do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica no Concelho do Seixal

**Daniel Pimentel ⁽¹⁾, Tatiana Plantier ⁽²⁾, Vanda Bica ⁽²⁾, Ana Navarro ⁽¹⁾, Mário
Caetano ⁽²⁾**

(1) Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande 1749-016 LISBOA

(2) Instituto Geográfico Português, Rua Artilharia Um, 107, 1099-052 Lisboa

Danieleduardo.pimentel@gmail.com

RESUMO

Este trabalho pretende avaliar a aplicação da Detecção Remota (DR) à actualização da distribuição parcelar do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica (CGPR). Como dados de base utilizaram-se as orto-imagens obtidas através de cobertura aérea e as parcelas do cadastro em formato vectorial com informação alfanumérica associada. A metodologia utilizada baseou-se na elaboração de um Mapa de Elementos de Superfície (MES), através de uma classificação automática assistida ao nível do pixel, recorrendo ao classificador da Máxima Verosimilhança. Esta tarefa englobou a recolha de amostras de treino e o estudo de separabilidade espectral das classes. A exactidão do MES foi avaliada através de uma Matriz de Confusão Normal (MCN) e uma Matriz de Confusão Probabilística (MCP), das quais se extraíram as exactidões e probabilidades a nível global e específico. Com base nestes resultados optou-se por agregar algumas classes obtendo-se o Mapa de Elementos de Superfície Agregados (MESA), cuja exactidão também foi avaliada. Por último, combinou-se o MESA com as parcelas do cadastro e aplicaram-se regras de classificação aos objectos obtendo-se um Mapa Cadastral com cinco classes (Urbano, Floresta, Agricultura, Matos, Solo nu) e uma exactidão temática de aproximadamente 90%.

Palavras-chave: *Orto-imagens, CGPR, Classificação automática, Regras de classificação, Mapas de ocupação de solo.*

1. Introdução

Este trabalho surge no âmbito de um estágio realizado no Instituto Geográfico Português (IGP), nos Departamentos de Cadastro e de Exploração e Gestão de Informação Geográfica (CEGIG).

A execução do trabalho englobou duas vertentes principais, o Cadastro e a Detecção Remota (DR). É hoje consensual que o cadastro deixou de ser associado exclusivamente a utilidades do âmbito fiscal, tornando-se fundamental na sociedade actual. Apesar dos altos encargos que lhe estão associados, a existência de um cadastro actualizado é uma mais valia nas mais diversas áreas de trabalho. Cerca de 53% de Portugal Continental já se encontra cadastrado, tendo sido já aprovado em Conselho de Ministros a elaboração do Sistema Nacional de Exploração e Gestão de Informação Cadastral (SINERGIC), que visa a execução do cadastro predial dos restantes 47%. O cadastro actualmente em vigor é denominado por Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica (CGPR). Este cadastro não se encontra actualizado, tendo o Decreto-lei 172/95 estabelecido que são apenas executadas as actualizações consideradas urgentes pelos proprietários, ficando estes responsáveis pelo seu pagamento. As actualizações em curso passam pela execução de Processos de Reclamação Administrativa (PRA), que consistem no levantamento de alterações nas estremas e ocupação de solo. Esta última operação, envolve a distribuição parcelar, que por sua vez, implica a recolha de informação no terreno de forma bastante morosa. Neste contexto torna-se útil avaliar metodologias alternativas que permitam a execução das tarefas de distribuição parcelar de forma mais célere e eficiente. Este trabalho, visa estudar a possibilidade de utilizar técnicas de DR no apoio à execução dos trabalhos de actualização cadastral, nomeadamente no que diz respeito à distribuição parcelar, permitindo a sua actualização de modo mais rápido e menos dispendioso.

A DR poderá ainda contribuir, em futuros trabalhos de renovação cadastral, permitindo ter a noção através de um processo relativamente rápido, dos concelhos onde o CGPR se encontra mais desactualizado.

2. Área de estudo e dados

A área de estudo escolhida correspondeu à área de uma orto-imagem (4 km x 5 km) do Concelho do Seixal, mais precisamente das freguesias de Corroios e Amora.

Relativamente aos dados do CGPR, utilizaram-se bases de dados com informação alfanumérica relativa aos prédios, e a respectiva informação gráfica em formato vectorial obtida por digitalização e vectorização das secções cadastrais. É importante referir que um prédio no âmbito do CGPR é constituído por tantas parcelas, quantas as classes de ocupação de solo que apresenta.

As imagens utilizadas foram adquiridas através de cobertura aérea. Estas apresentam uma resolução espacial de 0,5 metros e informação espectral nas bandas do visível e do Infra-Vermelho Próximo (IVP)

3. Metodologia

Após a escolha da área de estudo e o tratamento inicial dos dados, deu-se início aos processos inerentes à classificação ao nível do *pixel*. De entre as classificações automáticas (assistida e não assistida) e os diferentes algoritmos testados, com recurso ao *Software PCI Geomatics*, optou-se por efectuar uma classificação assistida com o algoritmo da Máxima Verosimilhança

3.1. Nomenclatura

Antes de dar início à recolha das áreas de treino, foi necessário escolher a nomenclatura inicial. Esta foi definida tendo em conta os elementos existentes na imagem, não esquecendo a nomenclatura utilizada pelo cadastro. O CGPR é executado recorrendo a uma nomenclatura própria que varia consoante o Concelho, por depender dos tipos de culturas nele existentes. Idealmente dever-se-ia seguir esta nomenclatura neste trabalho, tendo em conta os objectivos propostos. Todavia, essa escolha tem que ter em consideração aspectos como a resolução espacial das imagens, o que se pretende representar, a unidade espacial de análise escolhida, entre outros. Nomenclaturas definidas por unidades de paisagem (e.g. Urbano Descontínuo, Vegetação Esparsa, Floresta), não são apropriadas para este tipo de imagem, nem para a abordagem ao nível do pixel, pelo que, neste estudo, se adoptou uma nomenclatura de elementos de superfície. Na classificação efectuada pelo CGPR não existem distinções na classe urbano,

mas ao pretendermos efectuar uma classificação automática, essa distinção tem que existir. Caso contrário obter-se-ia uma super-classe de urbano, ou seja, uma classe com uma grande variabilidade espectral. Esta situação iria criar confusões espectrais, nomeadamente com a classe solo nu, havendo uma tendência para os *pixels* desta classe serem incorrectamente classificados como urbano. Face ao exposto, foram definidas várias classes a nível urbano.

Quando qualquer elemento se encontra coberto por sombra, esses *pixels* têm um Número Digital (ND) diferente do que teriam se não estivessem nessas condições. Houve assim a evidente necessidade de ter classes de elementos cobertos por sombra, evitando erros na classificação dos *pixels* que estivessem nessas condições. Na tabela 1 encontra-se a nomenclatura utilizada no Mapa de Elementos de Superfície (MES).

Tabela 1 - Nomenclatura do MES.

1	Telhado rosa	9	Estrada 2	17	Copa de eucalipto
2	Sombra telhado rosa	10	Sombra estrada	18	Herbáceas
3	Telhado branco	11	Sombra vegetação	19	Herbáceas esparsas
4	Estrada 1	12	Solo nu 1	20	Vegetação arbustiva
5	Telhado cinza 1	13	Sombra solo nu	21	Solo nu 2
6	Copa de pinheiro	14	Estrada 4	22	Estrada 3
7	Telhado cinza 2	15	Copa de pinheiro	23	Sombra telhado branco
8	Sombra telhado cinza	16	Copa de sobreiro		

3.2. Estudo de separabilidade espectral

Recolheram-se áreas de treino para cada uma das classes da nomenclatura, sendo simultaneamente verificada a qualidade das amostras através de diagramas de dispersão. A recolha das áreas de treino foi feita através de uma ferramenta denominada *rasterseeding*, também conhecida por *pixel* semente. O estudo de separabilidade espectral das classes baseou-se, em diagramas de dispersão e medidas de separabilidade. Esta análise levou à necessidade de subdividir algumas das classes, originando novas classes, para as quais foi necessário recolher novas áreas de treino.

3.3. Classificação

Estavam então reunidas as condições para efectuar a classificação, esta efectuou-se com o classificador de máxima verosimilhança. Este é um classificador que está disponível na maioria dos *softwares* de classificação automática e tem vindo a demonstrar bons resultados em vários estudos efectuados [2] e [18].

Inicialmente, utilizaram-se apenas as 4 bandas originais da imagem (RGB e IVP) como canais de *input*. Com o objectivo de melhorar a classificação criaram-se novas bandas, nomeadamente *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), as razões IVP/AZUL, IVP/Verde e IVP/Vermelho. Os melhores resultados foram obtidos com as seguintes bandas de input: RGB, IVP, NDVI e IVP/AZUL.

3.4. Avaliação da exactidão

Para avaliar a exactidão temática do MES obtido através da classificação ao nível do pixel, fez-se uma amostragem aleatória estratificada de 100 *pixels* por classe. As amostras foram posteriormente classificadas através de interpretação visual sobre as orto-imagens, sendo atribuídas duas referências a cada amostra.

Recorrendo às duas classificações de referências construiu-se uma Matriz de Confusão Normal (MCN), com base na qual se determinaram os índices de exactidão global, e específicos. Enquanto o primeiro dá a exactidão global do mapa e é calculado dividindo o número de *pixels* correctamente classificados, pelo número de amostras, os específicos fornecem as exactidões associadas a cada classe. Estes dividem-se em Exactidão do Produtor (EP) e Exactidão do Utilizador (EU). A EP é a proporção entre o número de *pixels* correctamente classificados por classe e o número de amostras lançadas no processo de amostragem para essa mesma classe. A EU é a proporção entre o número de *pixels* correctamente classificados para cada classe e o número de amostras classificadas nessa classe.

Nas exactidões calculadas não é tida em conta a proporção de área que cada classe apresenta no mapa, tendo todas as classes o mesmo peso no cálculo da exactidão global. Desta forma, efectuaram-se novos cálculos estatísticos, mas agora calibrando os valores de exactidão com base na proporção de área que cada classe ocupa no MES. Assim, em vez de EG passou-se a ter Probabilidade Global (PG), e a MCN passou a designar-se Matriz de Confusão Probabilística (MCP). A EU e EP passam a ser denominadas de Probabilidade Condicionada pelo Mapa (PCM) e Probabilidade Condicionada pela Referência (PCR). Da MCP pode-se também

extrair os valores da Proporção de Área de cada classe no Mapa (PAM) e da Estimativa para a Proporção de Área de cada classe na Realidade (EPAR).

Após a análise destes resultados, decidiu-se agregar algumas classes originando o Mapa de Elementos de Superfície após Agregação (MESA), este com 6 classes (Urbano, Solo nu, Copa de árvores, Herbáceas, Vegetação arbustiva e Sombra vegetação).

A exactidão temática deste mapa foi calculada usando a mesma metodologia e os mesmos dados da amostragem utilizados no MES.

3.5. Mapa Cadastral

A classificação das parcelas do cadastro implica a comparação do MESA com as parcelas cadastrais, procurando determinar a classe de ocupação de solo existente nessas parcelas. No entanto, esta comparação não pode ser feita de forma directa, dadas as diferentes unidades mínimas das parcelas cadastrais relativamente ao MESA. Foi então necessário criar e estabelecer um conjunto de regras, usando as parcelas do cadastro como objectos e o MESA como base de informação da ocupação do solo existente nessas parcelas. Estas regras visam a classificação das parcelas com base na quantidade e classe dos elementos de superfície nelas existentes, atribuindo uma unidade (classe) cadastral a cada uma dessas parcelas. As regras foram criadas com base no senso comum e tendo em conta as confusões entre classes no MESA, dando assim origem a um Mapa Cadastral. Para avaliar a exactidão do Mapa Cadastral, cuja unidade espacial de análise são as parcelas cadastrais, fez-se uma amostragem aleatória simples de dimensão de 396 amostras (parcelas). Estas foram, posteriormente, classificadas por interpretação visual com base nas orto-imagens e atribuindo novamente duas referências a cada amostra. Construiu-se uma MCP e calculou-se a PG, e as probabilidades específicas. Por fim o Mapa Cadastral foi comparado com o CGPR a fim de avaliar a desactualização deste.

4. Resultados

4.1. Estudo da separabilidade espectral

A análise de separabilidade espectral das áreas de treino foi feita recorrendo a diagramas de dispersão e à medida de separabilidade (*B-Distance*).

A primeira análise fez-se com base nos diagramas de dispersão representados na Figura 1. Dado o número elevado de classes existentes, apenas se apresentam as classes mais problemáticas, i.e., com maiores sobreposições espectrais.

Diagrama 1

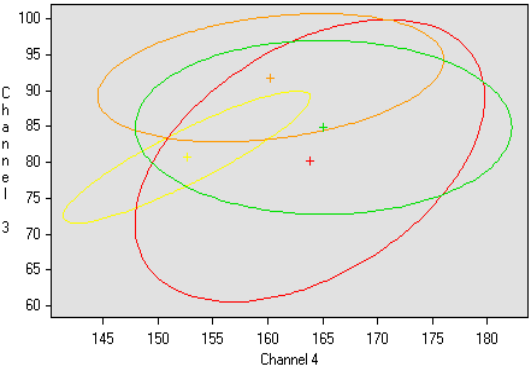


Diagrama 2

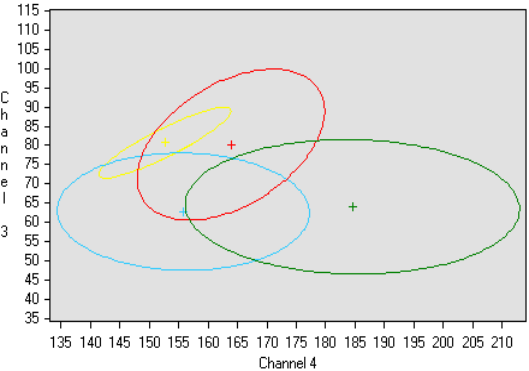


Diagrama 3

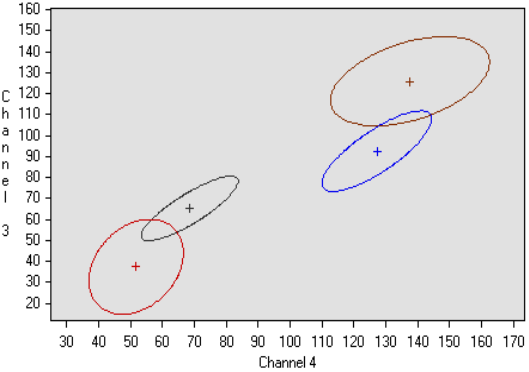


Diagrama 4

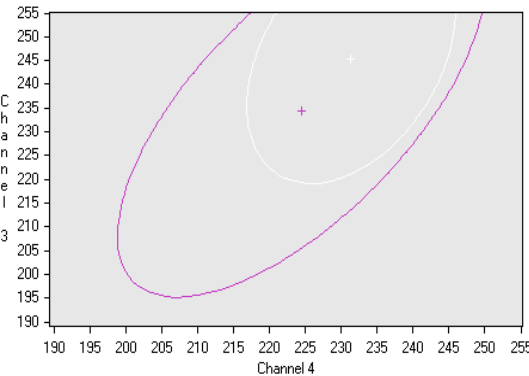




Figura 1 - Diagramas de dispersão.

Pela análise dos diagramas de dispersão é possível constatar que algumas classes apresentam uma elevada dispersão espectral, principalmente as classes vegetadas, das quais a classe herbáceas esparsas é a que apresenta a maior dispersão. Quanto às sobreposições, destacam-se duas principais. No diagrama1 é possível visualizar uma delas envolvendo as classes herbáceas esparsas e copa de sobreiro. Nesta situação a grande sobreposição das elipses, resulta numa elevada proximidade entre as médias destas. O outro caso relevante dá-se entre as classes solo nu e telhado branco, visível no diagrama 4

A análise dos valores da *B-Distance* confirmou as ilações retiradas da análise dos diagramas de dispersão.

4.2. Avaliação da exactidão temática dos mapas de elementos de superfície

4.2.1. Mapa de elementos de superfície (MES)

Com base nos dados obtidos do processo de amostragem de teste, construiu-se a MCN e a MCP e calculou-se as exactidões e probabilidades a nível global e específico. Na tabela 2 encontram-se os valores de EG e PG obtidas.

Tabela 2 - Valores de EG e PG relativamente ao MES.

(%)	EG	PG
MES	44.64	50.85

As baixas EG e PG obtidas são resultado das confusões existentes entre classes. Algumas destas confusões tinham já sido detectadas no estudo de separabilidade espectral.

A análise das exactidões e probabilidades a nível específico permite concluir que as classes vegetadas apresentam as confusões mais significativas, nomeadamente as classes de folhosas e herbáceas. Existem ainda confusões relevantes entre solo nu 1 e 2 e alguns elementos de urbano. Quanto à diferença entre a EG e PG justifica-se por de uma forma geral as classes com maior Proporção de Área no Mapa (PAM), apresentarem uma exactidão mais alta.

Após a análise das exactidões relativas ao MES, fez-se a agregação de algumas classes. Começou-se por agregar as 12 classes de elementos urbanos numa classe, na qual se incluíram as classes em que estes elementos se encontrassem cobertos por sombra. Foram também agregadas as classes solo nu 1, solo nu 2 e sombra solo nu numa só classe de solo nu, acontecendo o mesmo às classes herbáceas e herbáceas esparsas, originando a classe herbáceas. Face às fracas PCM das classes de elementos de copas de árvores, nas quais existiam elevadas confusões, optou-se por agregar estas classes numa só classe designada copas de árvores.

4.2.2. Mapa de elementos de superfície após agregação (MESA)

Com as agregações efectuadas após análise do MES, resultou o MESA (figura 2), com uma nomenclatura de 6 classes.

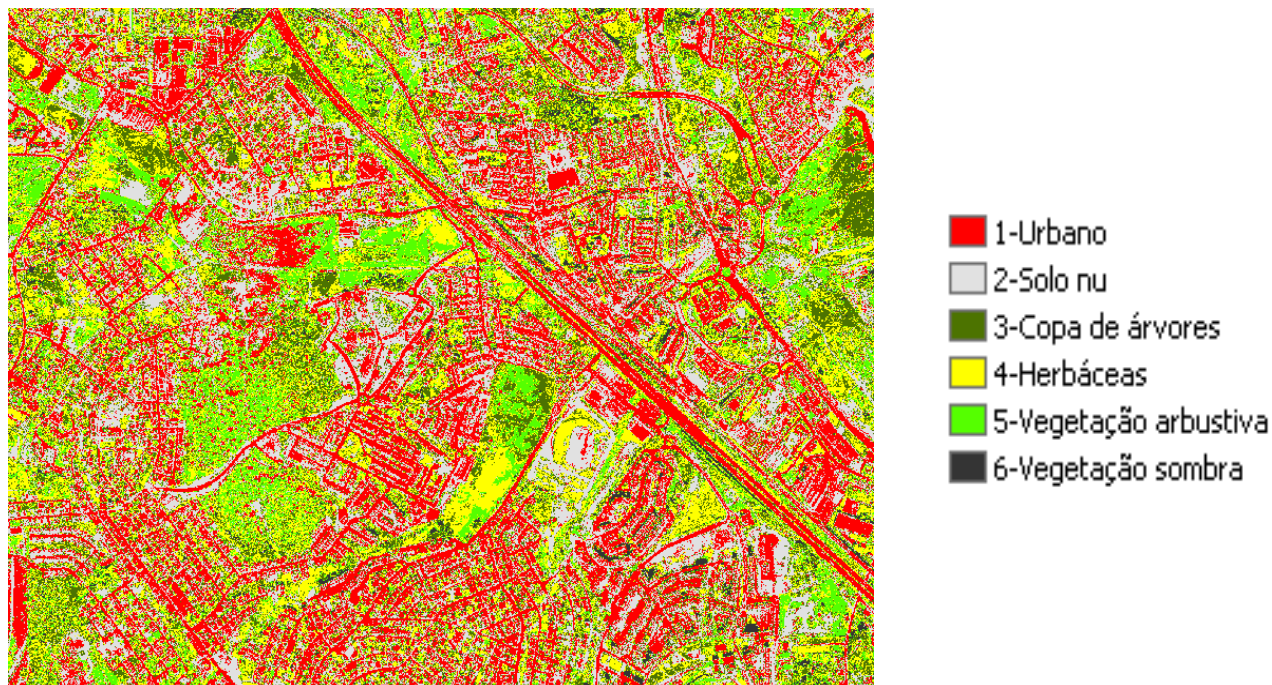


Figura 2 - Mapa de Elementos de Superfície após Agregação de classes (MESA)

Os índices de exactidão temática deste mapa apresentam-se nas 3 e 4. Estes valores foram obtidos através do cruzamento do MESA com a referência utilizada para o MES, também agregada. Optou-se por apresentar os resultados provenientes apenas da MCP, por estes serem mais realistas.

Tabela 3 - Valores de PCM, PCR, PAM e EPAR relativamente ao MESA.

(%)		PCM	PCR	PAM	EPAR
Urbano	1	72.61	73.55	38.89	38.39
Solo nu	2	52.24	46.35	18.52	20.87
Floresta	3	51.69	57.09	10.47	9.48
Herbáceas	4	63.98	60.83	11.51	12.10
Vegetação arbustiva	5	53.61	73.08	14.26	10.46
Sombra vegetação	6	83.87	61.34	6.36	8.70

Tabela 4 - Valores de PG do MES e MESA.

(%)	MES	MESA
PG	50.85	63.66

Note-se que do MES para o MESA, existiu um aumento bastante significativo da PG. Este facto deveu-se ao processo de agregação, que permitiu a eliminação de algumas das confusões existentes no MES, resultando classes com melhor exactidão.

Analisando a PCM, verifica-se que em todas as classes esta é superior a 50%. As classes com melhor PCM são sombra vegetação e urbano, com 84% e 73%, respectivamente. As classes com pior PCM, ou seja, que apresentam maiores comissões, apresentam valores ligeiramente acima dos 50%. Entre elas estão as classes solo nu e copas de árvores. No primeiro caso, 45% dos *pixels* classificados como solo nu são na realidade da classe urbano. No segundo caso a classe copas de árvores apresenta uma comissão de 35%, proveniente da classe Herbáceas.

Relativamente à PCR, as classes urbano e vegetação arbustiva apresentam os valores mais altos. A classe Vegetação arbustiva tem pequenas omissões, pelo que uma elevada PCR não é surpreendente. Quanto à classe urbano, esta apresenta omissões substanciais, nomeadamente para a classe solo nu. No entanto, este facto torna-se pouco relevante uma vez que a PAM da classe urbano é bastante superior à da classe solo nu. Na classe sombra vegetação em virtude da elevada PCM e omissões pouco significativas, seria de esperar uma PCR mais elevada, isto não acontece por esta ocupar uma PAM bastante reduzida, em comparação com as classes beneficiadas pelas suas omissões. Relativamente às classes com PCR mais reduzida, destaca-se solo nu, que apresenta omissões substanciais a reverter a favor da classe urbano, que por sua vez tem elevada PAM, justificando assim a PCR relativamente baixa de solo nu.

4.3. Avaliação da exactidão do mapa cadastral

Na figura 3 apresenta-se o mapa cadastral obtido. Com base nos resultados da amostragem aleatória simples efectuada sobre o mapa cadastral, foram construídas duas MCP, uma resultante da classificação das amostras de teste com apenas uma referência (menos optimista) e outra utilizando as duas referências (mais optimista). Calculou-se a PG e as probabilidades específicas para os dois casos.

É possível ver, na tabela 5 a MCP obtida para a perspectiva mais optimista e na tabela 6 temos a PG para as duas perspectivas disponíveis.

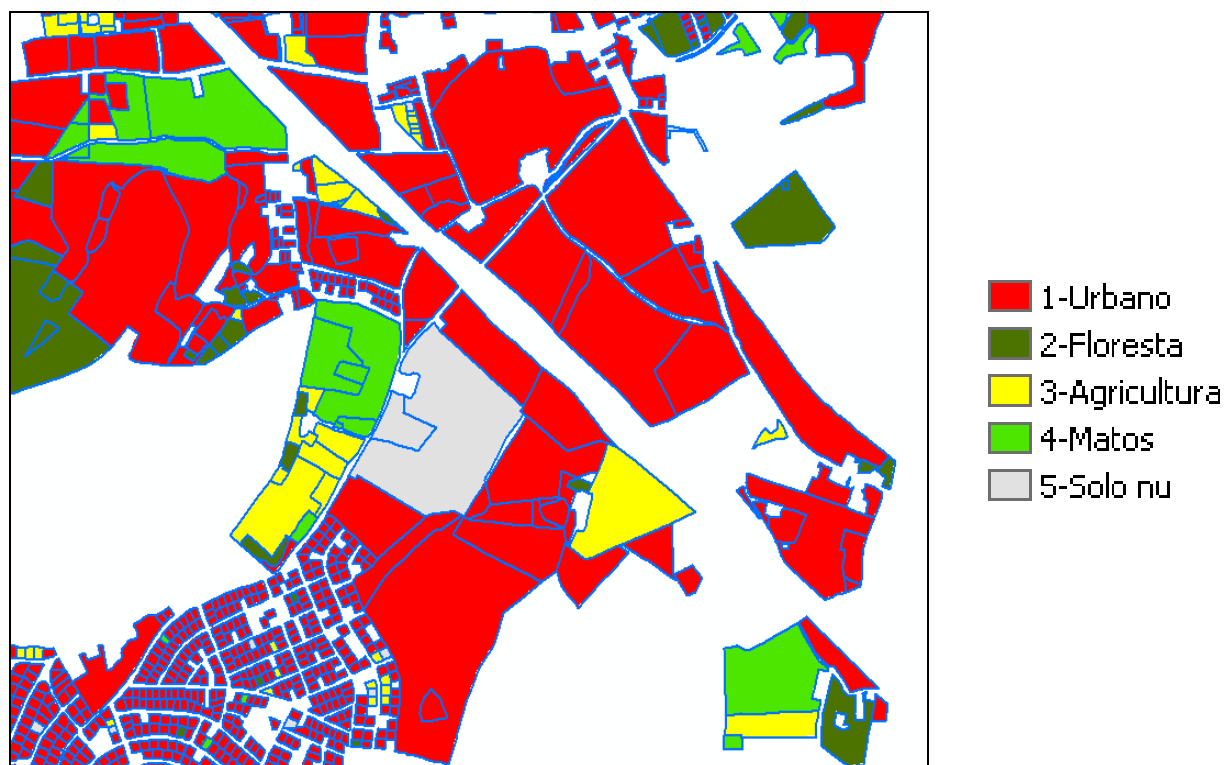


Figura 3 – Mapa Cadastral

Tabela 5 - Matriz de confusão probabilística do mapa cadastral.

(%)	Urbano	Floresta	Agricultura	Matos	Solo nu	Total Global (PPM)	PCM
Urbano	73.42	1.05	1.57	2.10	4.98	83.12	93.69
Floresta	0.27	2.16	1.08	1.62	0.00	5.14	68.42
Agricultura	0.00	1.10	2.65	1.99	0.00	5.74	57.69
Mato	0.24	0.24	0.24	1.93	0.00	2.66	81.82
Solo nu	0.30	0.00	0.00	0.00	3.04	3.34	90.91
Total Global (EPPR)	74.23	4.56	5.55	7.64	8.02	100.00	
PCR	98.90	47.48	47.77	25.29	37.88		

Tabela 6 - Probabilidades Globais com uma e duas referências do mapa cadastral.

(%)	Uma referência	Duas referências
PG	83.20	89.92

A boa PG obtida utilizando as duas referências resulta principalmente da elevada PCM da classe urbano, que tem uma Proporção de Parcelas no Mapa (PPM) de cerca de 83%, tornando-se assim extremamente influente na PG obtida. A classe solo nu também apresenta uma PCM bastante elevada, no entanto a PPM que ocupa é bastante mais reduzida. A classe com PCM mais reduzida é Agricultura, com aproximadamente 58%, apresentando uma forte confusão com a classe mato. Quanto às PCR a classe urbano tem novamente o valor mais alto com 99%, tendo as poucas omissões que apresenta uma influência quase nula dada a grande PPM da classe urbano em comparação com as outras. A classe mato tem a PCR mais baixa, com 25%, devido a ter a PPM também mais baixa e apresentar omissões para todas as classes excepto solo nu. A classe solo nu, apesar de possuir uma elevada PCM, tem uma PCR relativamente baixa, pois a elevada omissão apresentada reverte a favor da classe urbano, que como se sabe apresenta uma PPM elevadíssima.

Conclusão

No que se refere à produção dos Mapas de Elementos de superfície a partir das orto-imagens conclui-se que:

- A muito grande resolução espacial das orto-imagens traduz-se numa variabilidade espectral bastante elevada, o que obrigou à partição de classes em várias subclasses, tornando o processo de recolha de áreas de treino muito exaustivo;
- O facto das imagens utilizadas terem sido adquiridas com uma câmara digital cuja tecnologia era muito recente à data da aquisição das imagens (2004), levou a limitações em termos de software no tratamento das imagens. Assim o seu processo de produção induziu alterações aos números digitais e até mesmo combinações incorrectas de imagens em determinados pixels o que se reflectiu na classificação automática;

- Apesar dos avanços tecnológicos a nível de capacidade de processamento dos computadores, estes revelaram-se insuficientes para a classificação automática de todas as orto-imagens que compõem o concelho do Seixal, pelo que apenas foi possível aplicar a metodologia a uma orto-imagem. Este facto demonstra que a operacionalização desta abordagem para todo o país é ainda pouco viável;
- A actualização automática da distribuição parcelar do CGPR exige uma nomenclatura bastante detalhada que permita, por exemplo, distinguir espécies florestais. Verificou-se que uma tal nomenclatura levava à obtenção de MES com exactidões insuficientes para uma tal actualização o que obrigou à agregação de algumas classes;

Relativamente à produção do mapa cadastral, salientam-se os seguintes pontos:

- O facto de, após a agregação de classes, o mapa ao nível do *pixel* apresentar uma probabilidade global de apenas 64%, e as parcelas cadastrais possuírem erros geométricos, dificultou a elaboração das regras de classificação. Estas tiveram de atender às principais omissões e comissões do MESA (Mapa de Elementos de Superfície após Agregação de classes) e à escolha correcta de uma ocupação principal, quando por incorrecta definição das extremas uma parcela englobava ocupações distintas;
- Em virtude da agregação das classes na primeira fase da metodologia, apenas foi possível distinguir cinco classes de ocupação do solo no MC (Urbano, Solo nu, Agricultura, Floresta e Matos). Não obstante estas classes não serem suficientemente desagregadas para permitirem a atribuição de uma nova classificação às parcelas do CGPR, estas permitem a identificação de erros grosseiros, podendo desta forma alertar para a maior ou menor necessidade de actualização do cadastro.

Prevendo-se, num futuro próximo, o lançamento de satélites de muito grande resolução espacial e com maior resolução espectral, e tendo em conta os constantes desenvolvimentos das técnicas de detecção remota, pensa-se que em breve será possível a produção de MES com maior exactidão e que permitam a distinção de um maior número de classes. Por exemplo, a próxima cobertura aérea do país (prevista para 2008) irá beneficiar, não só, da experiência adquirida pelos técnicos com o voo de 2004, como de *software* mais adequado ao tratamento das imagens o que certamente levará a melhores resultados. Existe também a

expectativa que as nomenclaturas utilizadas no cadastro, que se mantêm à vários anos, sejam no futuro simplificadas, aproximando-se das nomenclaturas utilizadas em DR. Importa ainda salientar que uma completa distribuição parcelar (qualificação e classificação das parcelas do CGPR) através de classificação automática, não é possível apenas com recurso a técnicas de detecção remota. Para tal, seria necessário a integração em SIG de um conjunto de dados auxiliares (e.g., MC, Carta geológica, MDT), que através da sua análise conjunta permitissem estabelecer uma nomenclatura tão complexa como a do CGPR. Este estudo representa desta forma a análise de viabilidade de uma parte apenas deste processo.

Conclui-se assim que, apesar de não ter sido possível classificar as parcelas cadastrais com base na orto-imagem utilizada, a classificação obtida permitiu identificar com uma boa exactidão (~90%) as parcelas desactualizadas.

Referências

- [1] Caetano, M., Mata, F. e Freire, S. (2006). Accuracy assessment of the Portuguese CORINE Land Cover map, *Proceedings of the 25th Symposium of the European Association of Remote Sensing Laboratories*, 6-11 Junho 2005, Porto, pp. 459-467.
- [2] Carleer, A. and Wolff, E. (2004). Exploitation of very high resolution satellite data for tree species identification, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 70, 135–140.
- [3] Carrão, H., Caetano, M., Coelho, P. S. (2006). Sample Design and Analysis for Thematic Map Accuracy Assessment: An approach Based on Domain Estimation for the Validation of Land Cover Products. Portuguese Geographic Institute, Remote Sensing Unit, Lisboa.
- [4] Cochran, W. G. (1977). *Sampling Techniques*, 3rd Edition, New York.
- [5] CCRS – Canada Centre for Remote Sensing (2004). Fundamentals of Remote Sensing, URL: http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/pdf/fundamentals_e.pdf , (acedido em 3 de Agosto de 2007).

- [6] Goetz, S. J., Wright, R. K., Smith, A. J., Zinecker, E. and Schaub, E. (2003). IKONOS imagery for resource management: tree cover, impervious surfaces and riparian buffer analyses in the mid-Atlantic region, *Remote Sensing of Environment*, vol. 88, 195–208.
- [7] Herold, M., Gardner, M., E. and Roberts, D. A. (2003). Spectral Resolution Requirements for mapping urban areas, *IEEE Transactions on geosciences and remote sensing*, vol. 41, 1907-1919.
- [8] Lillesand, T. M. and Kiefer, R. W. (1994). *Remote Sensing and Image Interpretation*, 3rd edition, Wiley, U.S.
- [9] Miranda, S. F. (2001). *Execução do Cadastro Predial*. Texto não publicado. Instituto Português de Cartografia e Cadastro, Lisboa.
- [10] Navarro, A. (1999). Cartografia de áreas urbanas com base em dados de detecção remota. Tese de Mestrado, IST/UTL, Lisboa.
- [11] Pereira, M. C. and Caetano, M. (2005). Information extraction from very high spatial resolution satellite imagery: opportunities and limitations. Texto não publicado. Portuguese Geographic Institute, Lisboa.
- [12] Plantier, T. A. (2006). Análise de padrões espectrais e espaciais de imagens de muito grande resolução espacial para caracterização da ocupação do solo. Tese de Mestrado, IST/UTL, Lisboa.
- [13] Richards, J.A. (1986). Remote sensing digital image analysis: an introduction. Springer-Verlag. Berlin.
- [14] Santos, T.A.G. (2002). Actualização de Cartografia Temática com Imagens de Satélite. Tese de Mestrado, IST/UTL, Lisboa.
- [15] Silva, M. A. (1996). *Modelo de Sistemas de Cadastros Municipais*. Tede de Mestrado, IST/UTL, Lisboa.
- [16] Stehman, S. V and Czaplewski, R.L. (1998). Design and Analysis for Thematic Map Accuracy Assessment: Fundamental Principles, *Remote Sensing of the Environment*, vol. 64, 331-344.
- [17] Stehman, S. V. (2001). Statistical Rigor and Practical Utility in Thematic Map Accuracy Assessment, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, vol. 67, 727–734.

- [18] Wang, L., Sousa, W. P., Gong, P. and Biging, G. S. (2004). Comparison of Ikonos and QuickBird images for mapping mangrove species on the Caribbean coast of Panama, *Remote Sensing of the Environment*, vol. 91, 432-440.
- [19] Wilkinson, G.G. (2005). Results and Implications of a study of Fifteen Years of Satellite Image Classification Experiments, *IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing*, vol. 43, 433-440.

Vectorización automática de vías urbanas mediante análisis de imágenes en espectro visible e infrarrojo

Angela Alonso, Francisco Ortega Fernández, Rubén García, Gemma Martínez
Huerta, Joaquín Villanueva Balsera

Seresco

Spain

Universidad de Oviedo

Spain

Resumen

Los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas capaces de capturar, almacenar, analizar y mostrar información referenciada geográficamente la cual puede ser identificada según su localización. La potencia de los mencionados sistemas proviene de su idoneidad para relacionar diferentes tipos de información en un contexto espacial permitiendo extraer conclusiones sobre dicha relación. No obstante su propia extensión resulta en su mayor limitación: la necesidad cada vez mayor de datos que representen la realidad detallada y que, en muchas ocasiones, deben ser extraídos mediante un fuerte trabajo manual, lo cual supone el mayor coste de los proyectos SIG, así como su mayor fuente de errores.

En el presente trabajo se muestra una aplicación software capaz de realizar parte de este proceso de forma automática. La aplicación propuesta, a través del análisis combinado de imágenes en espectro visible e infrarrojo, es capaz de proporcionar información vectorizada de las vías urbanas sin intervención humana.

Palabras clave: SIG, análisis de imágenes, imágenes infrarrojas, vectorización automática

1 Introducción

La constante evolución de la tecnología en materia de obtención de imágenes aéreas o de satélite, así como el mayor grado de sofisticación de los medios informáticos, han conseguido eliminar la mayor parte de los trabajos de campo asociados a los procesos de extracción de características geográficas. Esto supone un considerable ahorro de costes que ha provocado la universalización de medios y sistemas que hasta hace poco estaban reservados a unos pocos centros u organismos. Sin embargo, estos procesos distan todavía de manera considerable de estar automatizados y se hace necesario explorar en el desarrollo de software inteligente para tratar procesos que, si bien pueden resultar sencillos o evidentes desde el punto de vista del razonamiento humano, se encuentran cada vez más alejados de aquello que podemos considerar como resoluble por una máquina.

En este trabajo se presenta una herramienta que, de manera automática, es capaz de proporcionar información sectorizada de los ejes y bordes de las calles contenidas en las mencionadas imágenes.

Para la resolución del problema planteado se opta por combinar imágenes cuya información se complementa, como las obtenidas por una cámara convencional y otra de infrarrojos. La cámara de infrarrojos permitirá resaltar, por ejemplo, las zonas de vegetación que en la imagen RGB tienen valores de color cercanos al verde oscuro o negro o bien detectar objetos que se hallen escondidos a simple vista en una zona de sombra, pero cuya radiación infrarroja sea suficiente para identificarlos.

2 Estado del arte

2.1 Extracción Automática de Características.

La creación de Sistemas de información Geográfica, han demostrado su enorme utilidad en campos tan diversos como la planificación urbana, el medio ambiente, el mantenimiento de instalaciones o los análisis de cobertura de telecomunicaciones. No obstante, requieren la introducción, en forma adecuadamente ordenada, de toda la información existente del entorno, que debe ser convenientemente manejada y actualizada o el sistema perdería toda su eficacia.

Hay dos formas de identificar los elementos existentes en una zona: manual y automatizada. La primera implica el uso de técnicos expertos que identifican manualmente las características de interés y las digitalizan mediante el uso de tabletas ópticas. Esta aproximación presenta graves problemas:

- La escasez de técnicos preparados disponibles que, además, tienen poca estabilidad dada la incomodidad del trabajo.
- La laboriosidad, el tiempo consumido en la identificación manual y, en definitiva,
- El alto coste del trabajo.

Debido a estos inconvenientes, los investigadores, desde los años 70, han estado intentando automatizar el proceso de reconocer objetos. Un primer avance, ya plenamente instalado, es la digitalización sobre la propia imagen digital. Con ello se disminuyen los tiempos y los errores pero no la dependencia de la calidad de los operarios y de su conocimiento, situación anímica, etc.

La opción más óptima es el desarrollo de sistemas de identificación de las entidades de forma automática a partir del análisis de las imágenes aéreas. En esta línea se han desarrollado diversos algoritmos e incluso herramientas comerciales durante los últimos años. No obstante sus resultados son mayoritariamente decepcionantes. Si bien es cierto que permiten extraer características muy específicas mediante sistemas de entrenamiento, su aplicabilidad es muy restringida y difícilmente generalizable. Sólo funcionan en las tareas para las que

han sido desarrollados, fallando normalmente cuando existe alguna pequeña diferencia como cambios en la resolución espacial, tipo de imagen, tipo de superficie, área geográfica o estación del año.

El resultado pasa por una extracción jerarquizada, combinando clasificadores automáticos específicamente desarrollados, con la capacidad de visión humana para clasificar los resultados de los falsos positivos y recuperar las características perdidas. El sistema debe estar preparado en todo caso para que no sea necesario que el usuario tenga conocimientos de programación.

3 Extracción de carreteras en entornos urbanos. Estado del Arte.

Desde el punto de vista científico, la extracción de carreteras en entornos urbanos es una de los principales restos de la visión artificial y la detección remota, puesto que supone la interpretación automática de escenas altamente complejas en función del diferente número de objetos y la gran cantidad de interrelaciones entre ellos. Además esta complejidad es diferente según la escala a la que se esté realizando el análisis.

Para obtener resultados razonablemente buenos se han probado técnicas como el modelado multiescala, razonamiento contextual o la integración de herramientas de autodiagnóstico.

En general, el modelo de la carretera requiere información del contexto tanto local como global. El contexto local es modelado por las relaciones entre la calle y diversos objetos de base, como edificios o vehículos que pueden dificultar su identificación, pero que apoyan sustancialmente la extracción. En poblaciones densas, por ejemplo, los vehículos ocultan el pavimento de las calles y carriles.

Si bien existen decenas de referencias, e incluso aplicaciones comerciales, capaces de detectar carreteras o vías, esto no es así en el caso de calles, en las que la irregularidad de sus bordes, las sombras, los diferentes pavimentos e incluso los vehículos impiden un seguimiento más claro.

El caso más paradigmático de los existentes hasta el momento es el presentado por Hinz, que aborda una estrategia de fusión de múltiples imágenes para la extracción de redes de calles en zonas urbanas.

Los escenarios planteados son extremadamente complejos debido al gran número de objetos presentes, su variabilidad espacio-temporal y sus interacciones. Por estos motivos, el sistema de extracción propuesto por él consta de un modelo del contexto, en el que se incluyen las características de los objetos (geométricas, topológicas, radiométricas, etc.). Estos objetos se clasifican en tres niveles: los reales, que son aquellos a extraer, los materiales, que serían el contexto de los reales, y la imagen, que se utilizará para clasificar regiones y clarificar zonas dudosas.

La estrategia de extracción se basa en explotar las diferencias entre la calle y el contexto. Para ello se realizan 3 etapas de análisis: segmentación de la zona en urbana o no, agrupación de carriles y vehículos en cada imagen, y fusión final del conjunto de segmentos, rellenando los cruces y vacíos mediante la verificación de las hipótesis del modelo.

La estrategia final de fusión de las imágenes se basa en un nivel jerárquico. Cada imagen tiene inicialmente un mismo peso, pero al construir el modelo, se evalúan las características de cada una y se jerarquizan en función de su calidad. Los de menor calidad se usan para formar la base de la extracción y los mejores se incorporan después para obtener una respuesta final coherente.

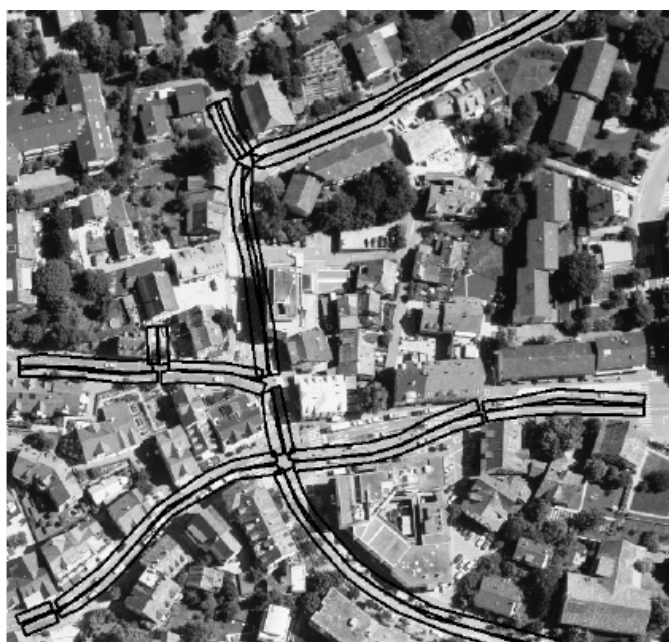


Figura 1. Extracción de vías según el método de Hinz

La solución planteada consiguió más de un 80 % de efectividad y en zonas más claras hasta el 95 %, pero sólo en vías principales tal como se puede ver en la figura, lo que supone menos de un 20% del total de calles.

4 Datos de Partida

Las imágenes utilizadas para este estudio son propiedad de la empresa Seresco, procedentes de un vuelo de baja altura sobre la ciudad de Avilés y su entorno. Para cada zona fotografiada se dispone de 2 imágenes, una muestra la reflexión del espectro infrarrojo (IRG) y la otra en el visible (RGB), ambas en alta resolución (7500 x11500 píxeles) equivalente a un píxel por 10 cm y convenientemente georreferenciadas y reducidas a tamaño 3600 x 2500 con un nivel de profundidad de 24 bits.

Todas ellas han sido convenientemente procesadas y restituidas para garantizar la simultaneidad que permite el perfecto solape entre ambos tipos de imágenes.

5 Procedimiento de trabajo

De acuerdo con la búsqueda realizada y tras realizar diversos análisis con los algoritmos aplicables, se ha llegado a la creación de un procedimiento de trabajo que proporciona los resultados óptimos para la determinación más probable de que un determinado trazo pueda ser considerado calle, a partir de una serie de características.

En relación al color es esencial tener en cuenta todas aquellas zonas con colores cercanos al gris, puesto que el color del asfalto será variable en función del tipo del mismo y del tiempo que lleva en uso no pudiéndose precisar mejor el espectro de grises a considerar. Además, puesto que en las imágenes utilizadas se observa gran presencia de sombras, no deben descartarse las zonas cuyo color sea próximo al negro. En general se toman en consideración todos aquellos colores en los que la diferencia entre las componentes sea mínima, exceptuando aquellas combinaciones que estén próximas al color blanco.

En relación a la forma, se parte de la consideración de que una calle tiene unos límites mínimo y máximo de anchura, debiendo filtrarse todas aquellas áreas que se escapan de dichos límites. Igualmente, una característica clave de las calles es su interconexión, por lo que se eliminarán del proceso de búsqueda aquellos segmentos aislados.

La primera fase del procedimiento consiste en la construcción de una imagen binaria a partir de las imágenes de partida, en la que se representan las zonas a detectar en color blanco y el resto en color negro. Para conseguir este objetivo se siguen dos procesos diferentes cuyos resultados serán dos imágenes binarias distintas que posteriormente serán combinadas.

Los valores numéricos utilizados en los distintos pasos se obtuvieron tras realizar varios experimentos y analizar comparativamente los resultados obtenidos, siendo los integrados en el algoritmo presentado los que mejor se ajustan al problema que nos ocupa. Una visión esquemática del proceso general se puede apreciar en la Figura 2.

Una descripción detallada de los trabajos llevados a cabo en cada una de los procesos que integran el algoritmo presentado se describe a continuación, haciendo especial hincapié en los tres procesos principales que conforman el conjunto de operaciones contempladas.

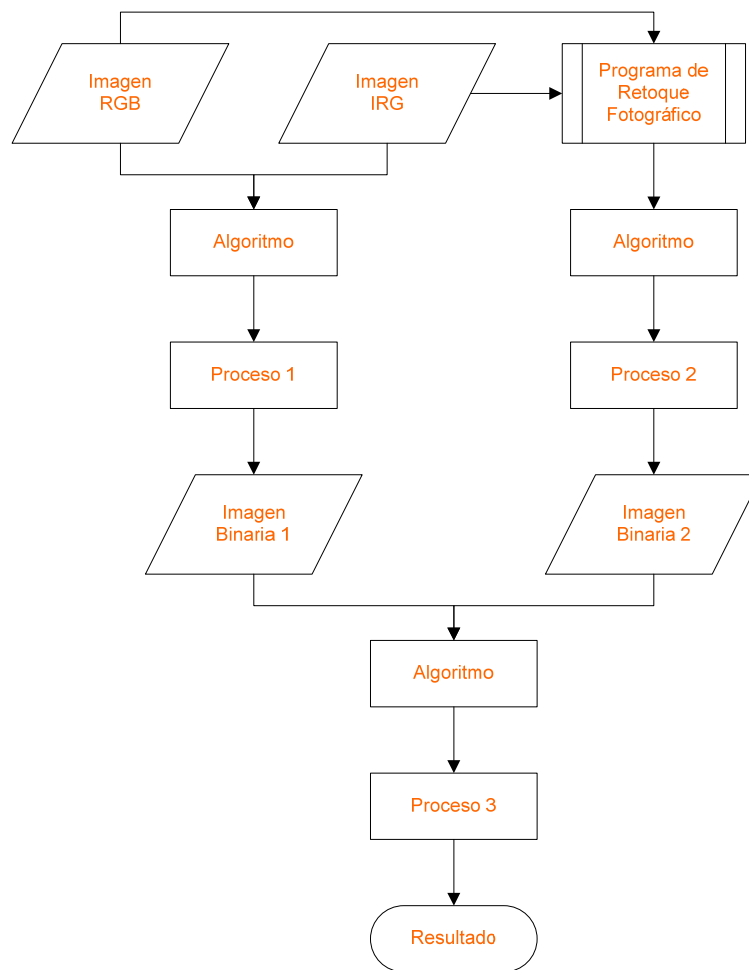


Figura 2. Esquema general del procedimiento

5.1 Proceso 1

En este proceso se persigue la generación de una imagen binaria a partir de la combinación de las imágenes IRG y RGB de partida en función de la diferencia entre el valor máximo y mínimo de cada píxel.



Figura 3. Imágenes de partida (formatos RGB e IRG)

Para obtener la imagen combinada se empleó un algoritmo que, actuando sobre la imagen IRG, modifica los valores de los canales rojo o verde de la misma en función de la diferencia entre la componente en la imagen IRG y la componente correspondiente en la imagen RGB. El valor de la componente azul de cada píxel

en la imagen resultado será el mismo que tiene en la imagen IRG, mientras que los valores rojo y verde vienen determinados por la siguiente expresión.

$$\text{Si } |IRG.R - RGB.R| > 25 \mid \wedge IRG.R > 120$$

$$\text{entonces } Resultado.R = 255 \quad Resultado.G = IRG.G$$

$$\text{sino } \text{Si } |IRG.G - RGB.G| > 30 \mid \wedge IRG.G > 120$$

$$\text{entonces } Resultado.G = 255 \quad Resultado.R = IRG.R$$

Finalmente, para la obtención de la imagen binaria se procede a recorrer la imagen píxel a píxel, asignando el valor falso a aquellos píxeles que, o bien tienen una media de sus componentes RGB mayor que 180 o bien la diferencia entre el máximo y el mínimo de sus componentes sea menor que un determinado umbral de tolerancia, fijado en este caso en 40. Esto permite eliminar por un lado la mayor parte de zonas peatonales y aceras de tonalidad brillante, así como las zonas cercanas al blanco, y por otro ayuda a descartar ciertos conjuntos de píxeles que, por sus características, no se evalúan correctamente en el proceso 2. En la Figura 4 puede apreciarse el resultado de la aplicación de las técnicas comentadas a las imágenes de origen.

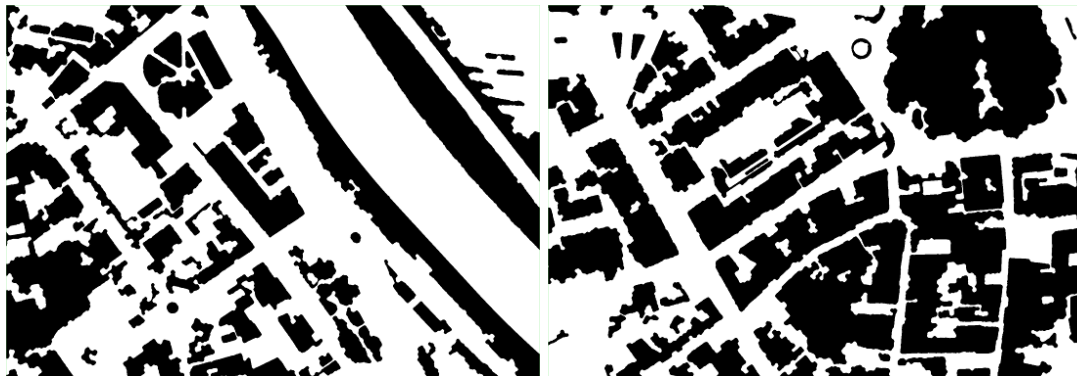


Figura 4. Resultados de las técnicas aplicadas en el proceso 1 a las imágenes de partida

5.2 Proceso 2

Como paso previo a la ejecución de este proceso, se lleva a cabo la generación de la imagen de partida a través de la combinación de las imágenes IRG y RGB para lograr una imagen intermedia a la que luego se aplicará un algoritmo de conversión a binaria.

Se resta la imagen RGB de la IRG en todos los canales de color. El resultado de la operación es una imagen bastante oscura, por lo que se debe retocar su histograma para realzar los colores de la misma. Se ajusta el histograma con el fin de realzar lo máximo posible los colores verdes y rojos y eliminar la posible presencia de azules en la imagen. El objetivo de este paso es la obtención de una imagen donde las zonas de vegetación sean de color rojo vivo, los edificios de color verde y las calles tiendan al negro, por lo que se deberá modificar el histograma con unos valores que maximicen el resalte de edificios y vegetación y a la vez minimicen el ruido introducido especialmente en las zonas de calle.

Como resultado de este proceso se obtiene una imagen en la que las zonas de vegetación se mostrarán predominantemente en color rojo mientras que las

edificaciones se resaltarán en tono verde, exceptuando aquellas que sean de color gris o próximo al gris que, desgraciadamente, no nos será posible separar correctamente. Las calles y zonas grises se quedarán en color negro. Los resultados de este proceso de preparación pueden apreciarse en la Figura 5.

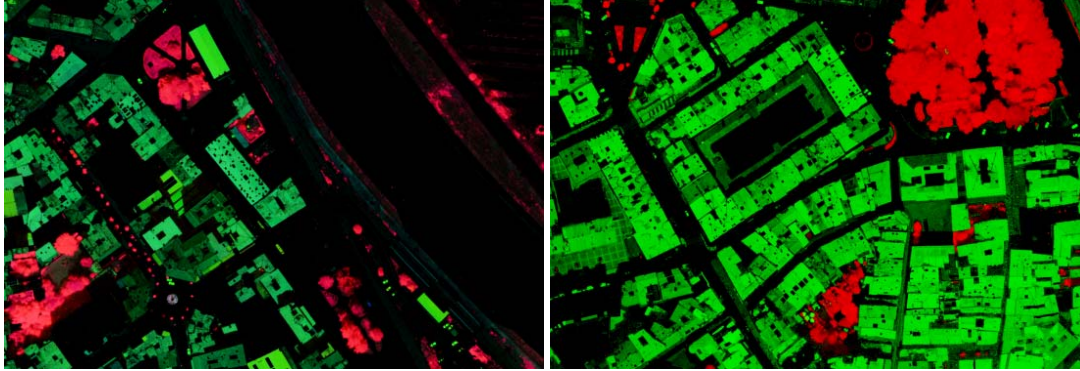


Figura 5. Imágenes obtenidas tras la separación de vegetación

Una vez realizado el filtrado previo se procede a la extracción de las zonas de vegetación mediante un algoritmo que clasifica los píxeles de la imagen de partida en función de los valores de sus componentes R, G y B. Para ello, se recorre la imagen píxel a píxel comprobando sus valores según la siguiente condición:

$$\text{Si } (\text{píxel}.R - \text{píxel}.G) > 90 \vee ((\text{píxel}.R - \text{píxel}.G) > 30 \wedge \text{píxel}.G > 0)$$

$$\text{entonces } \text{resultado}_{i,j} = 1$$

$$\text{sino } \text{resultado}_{i,j} = 0$$

Al finalizar este algoritmo se tiene una imagen binaria en la que las zonas de vegetación se representarán con un 1 y el resto con un 0. Como paso previo antes de la búsqueda de la envolvente que bordea las zonas de vegetación se aplica un algoritmo de erosión / dilatación para suavizar los contornos obtenidos, consistente en invertir el valor de aquellos píxeles tales que en una ventana 3x3 centrada en ellos haya más elementos con el valor opuesto que con el propio. Así se encuentran los bordes de la zona de vegetación y se extrae su envolvente. Por último, se adelgaza el borde señalado al espesor unidad, puesto que en el proceso de obtención es posible que hayan quedado elementos de mayor grosor. Para ello se analizan los elementos del borde, comparando la estructura de su ventana 3x3 con unos patrones predefinidos que indican qué píxel de los pertenecientes al borde es susceptible de ser eliminado sin perder la continuidad del mismo.

Un proceso similar se aplica para las edificaciones, que en la imagen de muestra presentan un tono verde con intensidad variable. Para ello, se trabaja con la imagen de partida, la cual debe recorrerse píxel a píxel, clasificando dichos píxeles con la siguiente condición:

$$\text{Si } ((\text{píxel}.G - \text{píxel}.R > 10 \wedge (\text{píxel}.G - \text{píxel}.B) > 25) \wedge$$

$$((\text{píxel}.G \leq 65 \wedge \text{píxel}.R < 5) \vee \text{píxel}.G > 65)$$

$$\text{entonces } \text{resultado}_{i,j} = 1$$

$$\text{sino } resultado_{i,j} = 0$$

A continuación se calculan los bordes de la imagen resultante según se describió anteriormente.

Llegados a este punto habremos obtenido una imagen binaria en la que las edificaciones se representan por un 1 y el resto por un 0 pero, a diferencia de lo que ocurría con las zonas de vegetación aún no es posible utilizar este resultado como definitivo. Observando la imagen puede advertirse como patios interiores, ventanas en los tejados y sombras producidas por la diferencia de altura de dos edificios contiguos quedan clasificados como no pertenecientes al dominio, mientras que pequeñas zonas en calles han sido clasificadas como edificación (por ejemplo coches de color rojo) así que resultó preciso actuar sobre dichas zonas.

Resulta necesario actuar sobre aquellas áreas que por su pequeño tamaño no son susceptibles de ser consideradas edificaciones. Para ello, se recorre la imagen aplicando un algoritmo de relleno de áreas que colorea cada área de la imagen con un color diferente. Una vez realizado este proceso, se procede a contar el número de píxeles que componen cada área eliminándose aquellas que están por debajo de un límite predefinido. El valor utilizado como límite de tamaño dependerá en todo caso de la resolución de la fotografía, por lo que debe trabajarse siempre con un valor de resolución uniforme para que los resultados obtenidos sean válidos.

Como último paso del proceso 2 deben unirse los resultados obtenidos en la detección de vegetación y la detección de edificaciones, integrando los resultados obtenidos por el algoritmo de limpieza de áreas, a la matriz resultante. La Figura 6 presenta dos ejemplos de salidas obtenidas para el proceso 2.

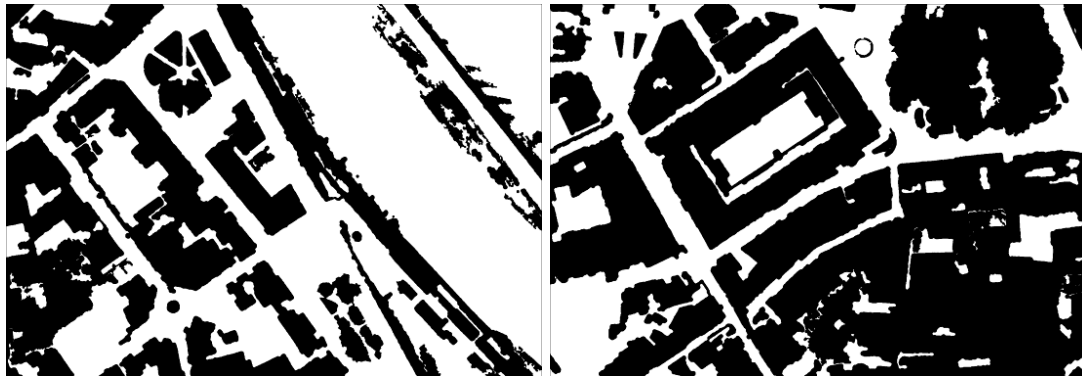


Figura 1. Imágenes obtenidas tras el proceso 2

5.3 Proceso 3

Consiste en la agrupación de los resultados de los procesos 1 y 2 para posteriormente aplicar un algoritmo de erosión / dilatación y en la señalización de las calles.

En primer lugar se actúa sobre aquellas zonas que no son susceptibles de ser calles puesto que no poseían la anchura suficiente. Típicamente serán zonas en parques con caminos asfaltados o zonas donde edificios contiguos de diferentes alturas proyectan sombras que se clasificaron erróneamente. A continuación se calculan

los bordes del dominio como se hizo en procedimientos anteriores para, posteriormente, calcular la distancia euclídea de cada píxel al borde mediante un algoritmo que comienza asignando el valor de distancia 1 a aquellos píxeles en cuya ventana 3x3 se encuentre algún elemento del borde. En sucesivas pasadas asignará a cada píxel el mínimo valor de distancia en su ventana 3x3 más 1. Una vez calculada la distancia euclídea se refina el resultado calculando para cada píxel la llamada distancia de Chamfer, que se diferencia de la euclídea en que penaliza de forma diferente los desplazamientos ortogonales y los desplazamientos diagonales. En este caso se asigna el valor 3 cuando se trate de desplazamientos ortogonales y 4 cuando se trate de desplazamientos en diagonal, utilizando un algoritmo similar al de la distancia euclídea.

Por último, se procede a calcular la línea formada por los píxeles cuyo valor de distancia es estrictamente mayor que los correspondientes a dos píxeles opuestos en cualquiera de las direcciones posibles en la ventana 3x3 de centro el elemento a tratar. Deben añadirse también aquellos píxeles cuyo valor de distancia es mayor o igual al de todos los elementos de su ventana 3x3, denominando a la línea así formada línea divisoria. Una vez calculada la divisoria se recorren los píxeles de la misma buscando aquellos cuyo valor de distancia sea menor al umbral mínimo considerado para una calle y se procede a eliminarlos del dominio.

Llegados a este punto es posible que aún se esté considerando como pertenecientes al dominio cierta cantidad de áreas que, sin ser calles, no han sido eliminadas en puntos anteriores por el algoritmo de limpieza debido a su gran tamaño. Estas áreas se eliminan atendiendo a criterios de continuidad y anchura. Partiendo del supuesto imprescindible y matoritariamente real de que las calles están conectadas entre sí y desde cualquier punto es posible llegar al límite de la imagen circulando únicamente por calles, se deben eliminar aquellas áreas sin conexión con los límites. Es necesario volver a aplicar el algoritmo FloodFill de relleno, pero en esta ocasión sobre el resultado obtenido recorreremos la matriz binaria y la matriz coloreada anotando los colores que llegan a los bordes de la imagen. Toda zona coloreada con un color sin conexión a los extremos al menos por 2 de los 4 bordes es considerada discontinua y por lo tanto eliminada del dominio. Esta condición de limitar a 2 los bordes con los que se debe intersectar permite minimizar pérdidas de información que podrían derivarse de la inaccesibilidad de alguno de los bordes (por ejemplo porque sea una ciudad costera) o de la existencia de zonas incomunicadas (por ejemplo porque un segmento de río divide la imagen en 2 y no aparecen puentes en ese segmento).

Por último se recorren nuevamente los bordes de la matriz binaria y la matriz coloreada calculándose la anchura mínima de cada color en el borde. Si ese valor de anchura sobrepasa un nivel de tolerancia determinado por un porcentaje del tamaño de la imagen se considera que la zona es demasiado ancha para ser una calle y es eliminada del dominio. Esto sirve por ejemplo para eliminar ríos o zonas asfaltadas como pistas de juego que se encuentren en una esquina y que por lo tanto hayan cumplido las condiciones de continuidad.

En este punto tendremos la imagen definitiva. Sólo queda resaltar los resultados obtenidos, tal como podemos ver en la figura.



Figura 6. Resultado final del algoritmo de identificación automática de vías

6 Conclusiones

Como resultado de los análisis realizados se puede concluir que:

- La detección de vías rodadas en entornos urbanos es extremadamente más compleja que en paisajes rurales, en los que existen algunas referencias. Los cambios de carriles, la presencia de azoteas, la pintura vial y el elevado número de vehículos, muchos de ellos estacionados, impiden una visión correcta de los límites, aún en el caso de que estos existan.
- No obstante, los algoritmos desarrollados para este proyecto han permitido conseguir la detección de manera automática de un 75% de las calles dentro de la trama urbana, lo que representa un importante avance en lo que este tipo de herramientas son capaces de llevar a cabo. Esto supone una enorme rebaja en los costes de digitalización dado que, a pesar de ser superficialmente menos importantes, el número de entidades introducidas para la representación de las vías es extraordinariamente elevado.
- El sistema es capaz, además, de detectar y separar vías férreas y cursos de agua, tanto del resto del entorno como de las propias carreteras.
- La herramienta generada permite la integración de nuevos contenidos en los sistemas de información geográfica de la Administración Municipal, mejorando la capacidad de gestión de los mismos y permitiendo aumentar la eficacia que dichas administraciones contemplan en sus servicios de atención al ciudadano.
- Los algoritmos han sido implementados y son plenamente funcionales, si bien para optimizar su aplicación en diferentes entornos, sería conveniente mantener y actualizar el código generado en el presente trabajo, con la obtención de nuevos datos (imágenes de partida de distintas localidades), lo que permitirá no sólo incrementar notablemente su utilidad, sino que también servirá de ayuda para contrastar y depurar los algoritmos diseñados ex profeso para la aplicación.

7 Referencias

- John M. Clapp, Mauricio Rodriguez and Grant Thrall. "How GIS Can Put Urban Economic Analysis on the Map". *Journal of Housing Economics*, Volume 6, Issue 4, December 1997, Pages 368-386
- J. Shufelt: *Geometric Constraints for Object Detection and Delineation*. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999.
- A. Baumgartner, C., Steger, H. Mayer, W. Eckstein, and H. Ebner: Automatic Road Extraction Based on Multi-Scale, Grouping, and Context. In: *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol.65 (7), pp. 777-786, 1999.
- Bryan C. Pijanowski, Daniel G. Brown, Bradley A. Shellito and Gaurav A. Manik. "Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a Land Transformation Model". *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 26, Issue 6, November 2002, Pages 553-575
- Erh-Chun Yeh, Zarko Sumić and S.S. Venkata. "Intelligent Tools and Their Applications in Geographic Information Systems". *Expert Systems*, 2002, Pages 489-551
- H. Mayer and C. Steger: Scale-Space Events and Their Link to Abstraction for Road Extraction. In: *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 53(2), pp. 62-75, 1998.
- Keechoo Choi and Wonjae Jang. "Development of a transit network from a street map database with spatial analysis and dynamic segmentation". *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 8, Issues 1-6, February-December 2000, Pages 129-146.
- L. Calijuri, E. A. G. Marques, A. Meira, F. Maia and E. Bhering. "Digital land-use cartography—the example of Viçosa, Brazil". *Engineering Geology*, Volume 63, Issues 1-2, January 2002, Pages 1-16
- S. Hinz and A. Baumgartner: Automatic Extraction of Urban Road Networks from Multi-View Aerial Imagery. In: *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2003 (in press).
- S. Hinz: Combining Local and Global Features for Vehicle Detection in High Resolution Aerial Images. Tech. Rep. PF-2003-02, Chair for Photogrammetry and Remote Sensing, Technische Universität München.
- Sergio Porta, Paolo Crucitti and Vito Latora. "The network analysis of urban streets: A dual approach". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Volume 369, Issue 2, 15 September 2006, Pages 853-866
- T. Strat: *Natural Object Recognition*. Springer-Verlag, New York, 1992.
- W. Förstner: 10 pros and cons against performance characterization of Vision Algorithms. In: H. I. Christensen, W. Förstner and C. B. Madsen (Eds),

Workshop on Performance Characteristics of Vision Algorithms, pp. 13–29, 1996.

Xinhao Wang. “Integrating GIS, simulation models, and visualization in traffic impact analysis”. *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 29, Issue 4, July 2005, Pages 471-496

Estudo Sobre Um Futuro Aumento Da Resolução Espacial Dos Sensores De Muito Grande Resolução Espacial

Luísa M S Gonçalves ⁽¹⁾, Eduardo N B S Júlio ⁽²⁾, Mário Caetano ⁽³⁾

¹*Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Leiria, Portugal*

²*ISISE, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal*

³*Instituto Geográfico Português (IGP), Grupo de Detecção Remota (GDR), Lisboa, Portugal*

⁴*CEGI, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, 1070-312 Lisboa, Portugal*

Email: luisag@estg.ipleiria.pt, mario.caetano@igeo.pt

Com o contínuo aumento da resolução dos sensores de detecção remota e a disponibilização de imagens de muito grande resolução espacial para a comunidade civil verificados na última década, novos desafios têm vindo a ser colocados relativamente ao desenvolvimento de novas técnicas e metodologias para melhorar a extracção da informação. Neste artigo, são avaliadas as implicações que um aumento da resolução espacial dos dados imagens multiespectrais, face aos actualmente disponibilizados pelos satélites em órbita de muito grande resolução, teriam na extracção de informação do coberto florestal. São ainda apresentados os sensores de grande resolução existentes e os futuros lançamentos. Para avaliar as vantagens e desvantagens de um hipotético aumento da resolução espacial, face ao actualmente existente, procede-se a um estudo, em que são utilizadas imagens aéreas multiespectrais com resolução de 0,5m e imagens do satélite IKONOS com 4m resolução às quais é aplicada a mesma metodologia de classificação.

Palavras-Chave: *Imagens Satélite de Muito Grande Resolução; IKONOS; Imagens Aéreas; Cartografia de Ocupação do Solo; Caracterização do Coberto Florestal.*

Agradecimentos

Os autores agradecem à MECI a disponibilização das imagens IKONOS que possibilitou a realização deste estudo.

1. Introdução

Desde o lançamento do primeiro satélite de observação ERTS-1, em 1972, que se tem assistido a um número crescente de lançamentos de satélites de observação da terra e ao desenvolvimento de algoritmos e métodos para extrair a informação das imagens digitais disponibilizadas. No início do século XXI encontravam-se em órbita cerca de 31 satélites que disponibilizavam dados de ocupação do solo com uma resolução que variava entre 1m e 30 metros [7]. O lançamento de satélites com sensores ópticos, que recolhem imagens de muito grande resolução espacial (ISMGRE) da superfície terrestre, veio disponibilizar uma nova fonte de dados importante, potenciando a sua utilização no contexto das áreas urbanas a grande escala pois o nível de resolução espacial destas imagens corresponde às escalas de análise entre 1:5 000 e 1:25 000 [3]. Vários estudos têm demonstrado que as ISMEGRE também podem desempenhar um papel fundamental na área florestal permitindo, por exemplo, extrair parâmetros biofísicos de espécies florestais [4] e informação mais detalhada sobre a composição e estrutura das florestas [6]. Acresce ainda o facto de contribuírem para uma rápida obtenção de informação para a produção e actualização de mapas a grande escala.

No decurso da primeira década do séc. XXI o investimento em sensores de muito grande resolução tem-se mantido, estando prevista a realização ainda durante o ano de 2008 do lançamento de dois novos sensores: o WorldView-2, que irá disponibilizar imagens pancromáticas com resolução espacial de 0.46m e 8 bandas multiespectrais com uma resolução espacial de 1.8m; e o GeoEye-1 capaz de adquirir imagens pancromáticas com 0,41m e multiespectrais com 1.65m. Até final de 2010 está previsto o lançamento de mais dois satélites: o CBERS-3 e 4 (programa de cooperação entre o Brasil e a China) que irão adquirir também imagens multiespectrais com 5m de resolução. Em fase de desenvolvimento encontra-se o GeoEye-2, prevendo-se uma melhoria significativa das suas capacidades para adquirir imagens da superfície terrestre com resolução espacial de 0,25m. Na Tabela 1 apresentam-se os satélites, que disponibilizam imagens multiespectrais e/ou pancromáticas com resolução superior a 10m, que estão em órbita actualmente ou cujo lançamento está planeado ocorrer entre 2008 e 2010.

Tabela 1 – Satélites que disponibilizam imagens multiespectrais e/ou pancromáticas com resolução superior a 10m.

Satélites	Lançamento	Tempo de missão (anos)	Resolução	
			Pancromática (m)	Multiespectral(m)
IKONOS	Set-99	7	1	4
Quickbird-2	Out-01	5	0.61	2.44
SPOT-5	Mai-02	5	5	10
Orbview-3	Jun-03	7	1	4
Formosat -2	Mai-04	5	2	8
ALOS-1	Jan-06	3 a 5	2.5	10
Worldview-1	Set-07	7	0.5	–
GeoEye-1	Previsto 2008	10	0.41	1.65
Worldview-2	Previsto 2008	7	0.46	1.8
CBERS-3	Previsto 2009	2	5	5

Apesar das enormes potencialidades que um aumento da resolução espacial apresenta, verificam-se também algumas limitações na sua aplicação devido à maior variabilidade espectral e à acentuada presença de sombras, o que provoca erros na classificação [2]. O estudo que se apresenta pretende avaliar a influência que um futuro aumento da resolução espacial dos dados imagens multiespectrais, poderá ter ao nível da precisão da classificação na aplicação ao coberto florestal.

2. Dados e área de estudo

Para a realização do estudo foram utilizadas imagens IKONOS e imagens aéreas multiespectrais com uma resolução espacial de 0,5m e uma resolução radiométrica de 8 bits. As imagens aéreas foram utilizadas para simular as imagens satélite multiespectrais de muito grande resolução espacial que actualmente ainda não estão disponíveis. As imagens aéreas pertencem ao conjunto de imagens multiespectrais digitais da DGRF, que cobrem Portugal Continental, obtidas por avião entre 2004 e 2006 com o sensor UltraCam™ da Vexcel e posteriormente orto-rectificadas pelo Instituto Geográfico Português (IGP).

A imagem IKONOS foi adquirida, com as 4 bandas multiespectrais e a banda pancromática de 4 m e 1 m de resolução espacial, respectivamente. O produto adquirido foi o Geo Ortho Kit da Space Imaging e no estudo foram utilizadas as quatro bandas multiespectrais. A correcção geométrica das imagens foi efectuada com recurso à ortorrectificação tendo-se obtido um erro médio quadrático de 1.39m. Como o estudo não inclui uma componente multitemporal e dada a pequena dimensão da área de estudo e homogeneidade da atmosfera, não foi aplicada qualquer tipo de correcção radiométrica. A imagem foi gravada com uma

resolução radiométrica de 16 bit de forma a não perder a informação contida nos 11 bit da imagem original.

A área de estudo situa-se no concelho de Alcácer do Sal, tem uma área de, aproximadamente, 9km por 12km e é uma área rural, essencialmente composta por agricultura, floresta e sistemas agro-florestais. As espécies predominantes são o Sobreiro, Pinheiro Manso e o Eucalipto. A área de estudo é coberta por uma única imagem IKONOS de Abril de 2004 e por uma Imagem Aérea, resultante de um mosaico de 8 imagens aéreas orto-rectificadas, de Setembro do mesmo ano.

3. Metodologia

A ambas as imagens foi aplicada a mesma metodologia de classificação ao nível do pixel, a mesma nomenclatura e o mesmo protocolo de amostragem. A metodologia envolveu 7 etapas: (1) definição da nomenclatura; (2) definição do protocolo de amostragem; (3) estudo de separabilidade espectral, recorrendo a diagramas de dispersão e à medida de separabilidade B-Distance; (4) extracção da informação ao nível do pixel utilizando o classificador rígido e assistido da Máxima Verosimilhança; (6) avaliação comparativa do comportamento do classificador em ambas as imagens, com base em matrizes de confusão; (7) avaliação comparativa dos mapas obtidos nas duas classificações, com base em matrizes de confusão.

3.1. Definição das Classes de Informação

Quando se pretende aplicar um esquema de classificação é necessário ter em conta a resolução espectral e a resolução espacial dos dados imagem utilizados para a produção de cartografia. Por este motivo, como no estudo foram utilizadas imagens em que o pixel possui uma grande resolução espacial e não traduz unidades de paisagem (e.g. Área Agro-florestal, Floresta), mas antes componentes das unidades de paisagem (e.g. copa de árvore, sombra), optou-se por adoptar uma nomenclatura baseada em elementos de superfície pois é a que melhor se adequa à informação contida ao nível do pixel numa ISMEGRE. A nomenclatura adoptada é idêntica à elaborada por Plantier e Caetano [5]. As classes utilizadas foram: Copa de Eucalipto (CE); Copa de Sobreiro (CS); Copa de Pinheiro Manso (CPM); Sombra (S); Água Profunda (AP); Água Pouco Profunda (APP); Vegetação

Herbácea (VH), Vegetação Herbácea Esparsa (VHE) e Área Não Vegetada (ANV).

3.2. Definição do protocolo de amostragem

No estudo foram definidos dois protocolos de amostragem, um para treino e teste do classificador e outro para avaliação do mapa obtido. A definição do primeiro protocolo de amostragem baseou-se na recolha das amostras representativas dos vários elementos de superfície, tendo sido utilizado o pixel como unidade amostral. Um foto-intérprete desenhou, em média, 25 polígonos representativos de cada classe de interesse, na imagem IKONOS, e sobre estes foi lançada uma amostragem aleatória, estratificada. Cada classe ficou representada por aproximadamente 250 amostras (pixels) [5]. O total de amostras de cada classe foi posteriormente dividido aleatoriamente em dois conjuntos de dimensão idêntica, um foi utilizado para treino e outro para teste do classificador assistido.

Dado que a IKONOS e a Imagem Aérea têm resoluções diferentes, por vezes houve necessidade de deslocar o pixel amostrado para o elemento de superfície mais próximo devido à posição da amostra na Imagem Aérea não corresponder ao mesmo elemento de superfície. Desta amostra resultaram, em média, 120 áreas de treino para cada classe de elementos de superfície.

Para a avaliação da exactidão de todo o mapa foi lançada uma amostra aleatória estratificada por classe para que qualquer pixel da imagem pudesse ser seleccionado para referência. Desta forma, deixou-se de ter amostras idênticas às utilizadas para treinar o classificador, o que permite obter uma avaliação da exactidão do mapa mais realista. No segundo protocolo de amostragem, cada classe ficou representada por 100 amostras, tendo o pixel como unidade amostral.

3.3. Separabilidade espectral

Para analisar e comparar a separabilidade espectral entre as classes definidas em cada uma das imagens, recorreu-se a um diagrama de dispersão bidimensional e à medida de separabilidade Distância de Battacharrya (B-Distance). Para eixos de visualização escolheram-se as bandas do vermelho e infra-vermelho próximo por serem as que melhor distinguem a vegetação.

A B-Distance tem sido utilizada em vários estudos como medida de separabilidade por ter uma relação muito próxima com o resultado da

classificação. Este indicador apresenta valores no intervalo $[0, 2]$, onde 0 indica completa sobreposição; 2 total separabilidade e maior que 1.9 boa separabilidade.

3.4. Classificação

Para identificar os elementos de superfície foi aplicada uma classificação assistida utilizando o classificador da Máxima Verosimilhança (MV). A razão pela qual se optou por utilizar o classificador da Máxima Verosimilhança baseou-se no facto de estar disponível na maioria dos softwares comerciais e ter demonstrado bons resultados em estudos aplicados ao coberto florestal com imagens IKONOS (e.g. [1], [8]).

4. Resultados e Discussão

4.1. Separabilidade espectral das classes

A Figura 1 mostra, para cada imagem, as elipses de distribuição das classes de elementos de superfície da área de estudo projectadas em diagramas de dispersão bidimensionais (IVP, V).

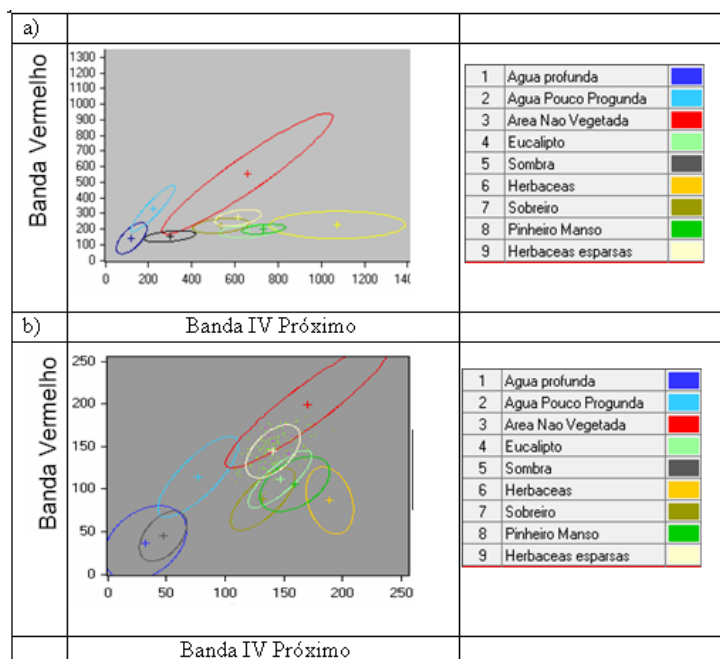


Figura 1– Diagramas de dispersão das imagens. a) IKONOS; b) Imagem Aérea

Da análise comparativa dos diagramas de dispersão verifica-se que, na imagem IKONOS, as maiores sobreposições das assinaturas espectrais correspondem às espécies florestais. Na Imagem Aérea, para além de ocorrer uma grande sobreposição das assinaturas espectrais das classes vegetadas, verifica-se

também uma grande sobreposição das assinaturas espectrais das classes não vegetadas. A classe Água Profunda apresenta uma total sobreposição com a classe Sombra e verifica-se alguma sobreposição das classes Água Pouco Profunda e Herbáceas Esparsas com a classe Área Não Vegetada.

Embora em ambas as imagens exista maior confusão entre espécies florestais do que destas com classes não florestais, na Imagem Aérea as elipses das classes florestais apresentam uma maior sobreposição, nomeadamente a classe Copa Eucalipto com a classe Copa Sobreiro.

Os resultados quantitativos de separabilidade, dados pela B-Distance, reforçam os resultados obtidos pelo diagrama de dispersão. Conforme se pode visualizar nas Tabela 2 e Tabela 3, as diferenças mais significativas, nos valores obtidos, ocorrem entre as classes Sombra/Água profunda e entre as classes vegetadas. Na imagem IKONOS, a Água Profunda e Sombra possuem uma boa separabilidade (1.95) contrariamente à Imagem Aérea em que o valor é de 0.87. Relativamente às espécies florestais, os resultados obtidos com a Imagem Aérea revelam também uma grande dificuldade de separabilidade. Na IKONOS, as espécies florestais Sobreiro/Pinheiro Manso e Sobreiro/Eucalipto apresentam uma separabilidade superior a 1.9, contrariamente à Imagem Aérea cujos valores são inferiores a 1.0, tendo-se obtido o pior valor de separabilidade (0.46) entre as classes Copa Sobreiro e Copa Eucalipto. Em termos de valores médios de separabilidade, na Imagem Aérea obteve-se um valor de 1.72 e na imagem IKONOS 1.95.

Tabela 2– Valores da B-Distance da IKONOS

	AP	APP	ANV	CE	S	VH	CS	CPM	VHE
AP	0								
APP	1,842	0							
ANV	1,959	1,980	0						
CE	2,000	2,000	1,999	0					
S	1,951	1,999	1,908	1,999	0				
VH	2,000	2,000	2,000	1,999	2,000	0			
CS	2,000	2,000	1,979	1,954	1,947	1,998	0		
CPM	2,000	2,000	2,000	1,707	2,000	1,996	1,940	0	
VHE	2,000	2,000	1,990	1,993	1,999	1,997	1,246	1,993	0

Tabela 3– Valores da B-distance das imagens aéreas

	AP	APP	ANV	CE	S	VH	CS	CPM	VHE
AP	0								
APP	1,461	0							
ANV	1,834	1,595	0						
CE	1,966	1,968	1,831	0					
S	0,871	1,864	1,842	1,965	0				
VH	1,998	1,993	1,940	1,577	2,000	0			
CS	1,943	1,940	1,883	0,458	1,934	1,701	0		
CPM	1,954	1,965	1,905	0,802	1,991	1,133	1,018	0	
VHE	1,982	1,775	1,190	1,300	1,975	1,803	1,510	1,783	0

Os resultados revelam uma maior dificuldade em separar a classe Água (AP, APP) da classe Sombra (S) e as diferentes espécies florestais entre si, com imagens com uma resolução espacial de 0,5m com 8 bits. Estas dificuldades podem ser também motivadas por outros factores nomeadamente os diferentes processos de captação das imagens e de orto-rectificação. Uma imagem aérea orto-rectificada (ortofotomapa) é um mosaico de várias fotos orto-rectificadas. O processo de orto-rectificação das fotos é feito individualmente foto a foto, e no caso da zona em estudo, a banda do infravermelho de cada foto foi orto-rectificada separada das bandas RGB. Como o software utilizado não permitia a criação de um mosaico com mais de três bandas em simultâneo, foi necessário efectuar o mosaico da banda do infravermelho em separado, pelo que as linhas de ligação utilizadas para efectuar o mosaico das bandas RGB foram diferentes das utilizadas para a banda do Infravermelho. Este facto, provocou em certas zonas da imagem um efeito de desfocagem, que é visível na Figura 2. Outro factor que pode contribuir, também, para os resultados obtidos é o diferente contraste constatado entre imagens aéreas orto-rectificadas (Figura 2) consequência do seu processo de captação, pois na fase de orto-rectificação a interferência na radiometria é mínima e na construção do mosaico é feito um ajuste radiométrico, em simultâneo, para todas as fotos orto-rectificadas que pertencem ao bloco. Estes tipo de problemas radiométricos não se verificam na imagem IKONOS, pois a captação por satélite permite com uma única imagem cobrir toda área de estudo.

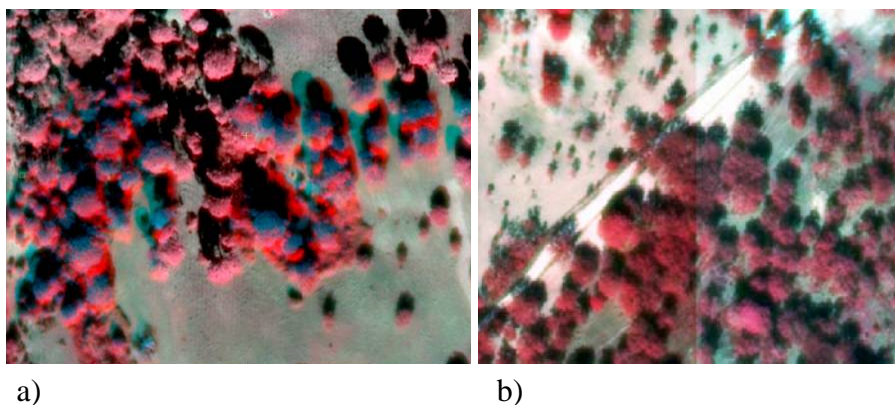


Figura 2 - Exemplo de deficiências radiométricas a) extracto da Imagem Aérea (RGB 421) que ilustra os efeitos resultantes do processo de orto-rectificação e construção do mosaico. b) efeito resultante do processo de captação das imagens.

4.2. Classificação

Os resultados obtidos para a Exactidão Global (EG) e Khat evidenciam que o classificador tem uma melhor performance quando aplicado à imagem IKONOS. O valor da EG na IKONOS é de 96.7% e na Imagem Aérea é bastante mais baixo (75,5%). Esta tendência é acompanhada pelos valores de Khat que na IKONOS é de 96.2% e na Imagem Aérea é de 72.6%.

Nas Figura 3 e Figura 4 apresentam-se os resultados obtidos para a exactidão do utilizador e do produtor.

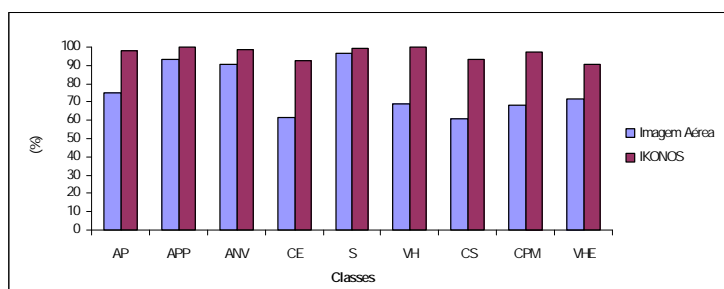


Figura 3– Exactidão do Produtor para o classificador da MV aplicado às IKONOS e Imagem Aérea

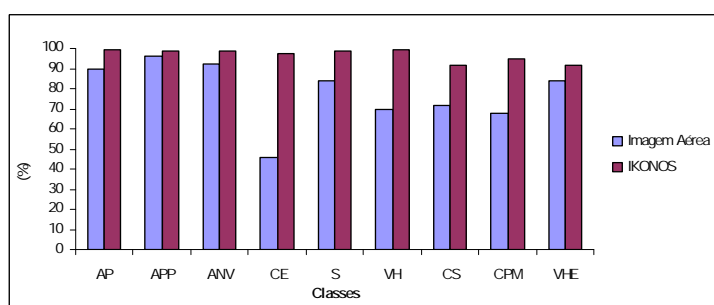


Figura 4– Exactidão do Utilizador para o classificador da MV aplicado às IKONOS e Imagem Aérea

Embora o classificador aplicado à Imagem Aérea apresente valores para os Índices de Exactidão Específica muito inferiores aos obtidos com a IKONOS, verifica-se um comportamento semelhante do classificador, relativamente às espécies florestais em ambas as imagens, pois os valores mais baixos dos Índices de Exactidão Específica ocorrem nas espécies florestais. Verifica-se também que o pior valor da Exactidão do Produtor, em ambas as imagens, dá-se na classe Copa Eucalipto (CP). Contudo, na IKONOS o Eucalipto apresenta confusão espectral essencialmente com Copa Pinheiro Manso (CPM); na Imagem Aérea a confusão espectral ocorre com todas as classes à excepção da classe Sombra (S) e Água (AP, APP).

Os resultados obtidos estão em concordância com os resultados do estudo da separabilidade onde se constatou que as maiores confusões espectrais ocorriam

nas espécies vegetadas e que existia na Imagem Aérea uma grande confusão espectral entre a classe Sombra (S) e Água Profunda (AP).

É de salientar que na IKONOS, apesar das confusões espectrais existentes, o valor mais baixo em termos de Índices é de 91%, na Imagem Aérea é significativamente mais baixo (46%). O classificador rígido da MV não produziu bons resultados na Imagem Aérea, quer a nível global quer na identificação de espécies florestais. Dado que se utilizaram as mesmas áreas de treino e teste, os diferentes resultados devem-se unicamente às diferentes características das imagens. Com o aumento da resolução espacial, os sensores para além de identificarem elementos mais pequenos, identificam também outros factores como, por exemplo a diferente iluminação da copa ou zonas mais escuras devido à abertura da folhagem, que contribuem de forma negativa para os resultados da classificação e para as dificuldades encontradas na discriminação das espécies florestais. O facto da Imagem Aérea ser de 8 bits e a IKONOS de 11 bits e os processos de captação e de orto-rectificação das imagens serem diferentes, também influência o comportamento do classificador. Conforme se pode constatar pela Figura 5 há alteração significativa da informação contida na imagem na zona de ligação das fotos, provocando significativa confusão espectral entre as zonas de sombra e copas de árvores, com a classe Água Profunda (AP) e Água Pouco Profunda (APP) e consequentemente uma maior dificuldade em discriminar e extrair correctamente a informação.

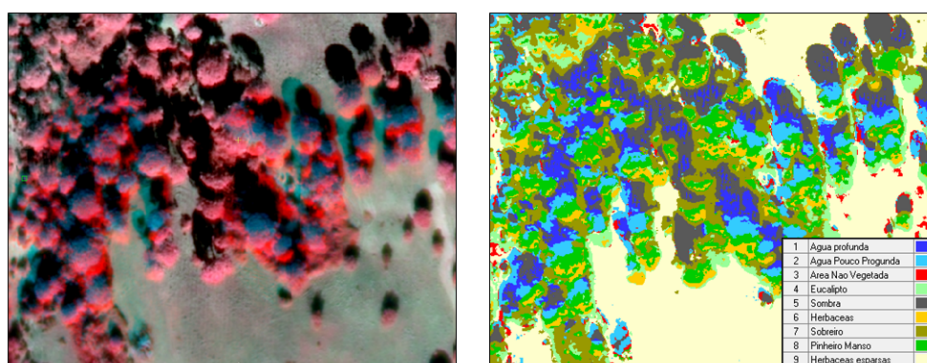


Figura 5 - Extracto da Imagem Aérea (RGB 421) e sua classificação que ilustra o efeito resultante dos diferentes processos de captação e orto-rectificação das imagens aéreas, no resultado da classificação automática.

Os resultados da avaliação da exactidão de todo o mapa, revelam uma significativa diminuição dos valores da EG para a área de estudo, em ambas as

imagens, comparativamente à EG obtida na avaliação do classificador. O valor da EG na IKONOS é de 66.9% e na Imagem Aérea é bastante mais baixo (47,0%).

Nas Figura 6 e Figura 7 são apresentados os resultados obtidos para a exactidão do utilizador e do produtor.

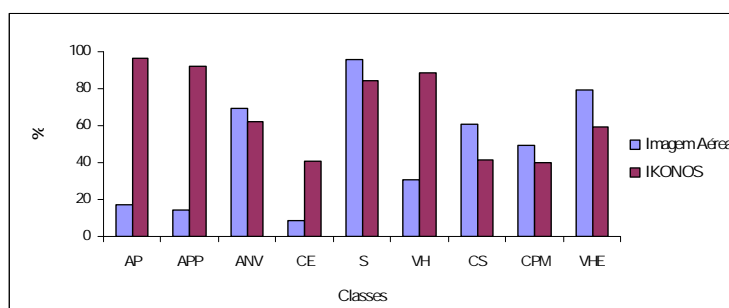


Figura 6– Exactidão do Utilizador

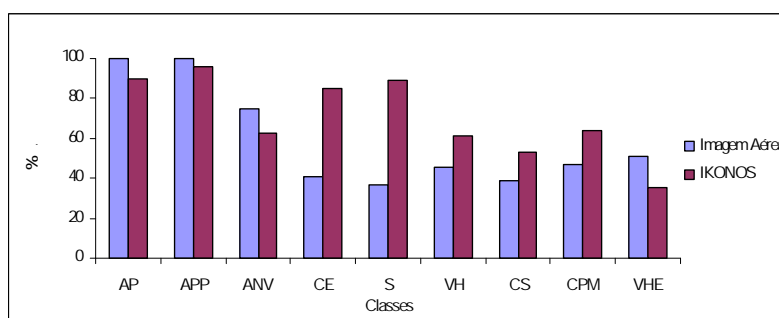


Figura 7– Exactidão do Produtor

Da análise das Figura 6 e Figura 7 verifica-se que as maiores diferenças dos valores dos Índices de Exactidão, ocorrem nas classes Água (AP, APP), Copa de Eucalipto (CE), Vegetação Herbácea (VH) e Sombra (S). As classes Área Não Vegetada (ANV) e Vegetação Herbácea Esparsa (VHE) foram melhor classificadas na Imagem Aérea. Relativamente às espécies florestais, constata-se dificuldades em discriminar estas classes em ambas as imagens apenas com a informação espectral das quatro bandas e que essa dificuldade é maior na Imagem Aérea, destacando-se a elevada dificuldade na discriminação da classe Copa Eucalipto (CE), que apresentou o valor mais baixo da Exactidão do Utilizador (9%). Na Imagem Aérea as omissões e comissões da classe Copa Eucalipto dão-se com todas as classes à excepção da Água (AP, APP) e Área Não Vegetada (ANV). Constatou-se também na Imagem Aérea uma grande dificuldade na discriminação das classes Água (PA, APP) e Sombra (S), 29% e 25% dos pixels que na referência foram considerados Sombra foram classificados respectivamente como Água (PA, APP), esta confusão espectral ocorre sobretudo

nas zonas de transição, entre zonas de sombra e não sombra, o que não ocorreu na classificação da IKONOS.

5. Conclusões

Os resultados obtidos com o estudo mostraram que as áreas não vegetadas foram melhor classificadas na Imagem Aérea e que, relativamente às espécies florestais, constataram-se dificuldades em discriminar as diferentes classes em ambas as imagens apenas com a informação espectral das quatro bandas e que essa dificuldade foi maior na Imagem Aérea. Outra dificuldade, apenas evidenciada na Imagem Aérea, ocorreu na discriminação das classes Água (AP, APP) e Sombra (S), o que se deve em parte à menor resolução radiométrica da imagem.

Apesar de neste estudo a qualidade da classificação automática a partir de Imagens Aéreas ter sido significativamente inferior à obtida a partir da imagem IKONOS, não se pode afirmar com certeza que estes resultados são uma consequência apenas do aumento da resolução espacial. Existem outros factores que influenciam os resultados obtidos nomeadamente, os diferentes métodos de captação das imagens acrescido de distorções introduzidas pela orto-rectificação. De salientar ainda, que o estudo serviu também para avaliar a potencialidade das imagens aéreas de muito grande resolução para extrair informação do coberto florestal de forma automática, constatando-se que a influência negativa que determinados aspectos de produção e obtenção das imagens aéreas orto-rectificadas produzem, não permite, ainda, que estas se apresentem como uma alternativa às imagens satélite, na produção de cartografia de forma automática, com a qualidade desejável.

6. Referências

- [1] Carleer, A. and Wolff, E., 2004. Exploitation of very high resolution satellite data for tree species identification, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 70(1): 135–140.
- [2] Goetz, S.J., Wright, R.K., Smith, A.J., Zinecker, E., Schaub, E., (2003). “IKONOS imagery for resource management: Tree cover, impervious surfaces and riparian buffer analyses in the mid-Atlantic region”. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 88, No. 1-2, Págs. 195–208.
- [3] Gonçalves, L., Caetano, M., (2004): “Classificação das imagens do satélite IKONOS utilizando uma abordagem orientada por objectos”. *Acta da III Conferência de Cartografia e Geodesia*. Editores: L. Bastos e J. Matos, Lisboa: Lidel, Págs. 287-298.

- [4] Greenberg, J.A., Dobrowski, S.Z., Ustin, S.L., (2005): “Shadow allometry: Estimating tree structural parameters using hyperspatial image analysis”. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 97, No. 1, Págs. 15–25.
- [5] Plantier T., Caetano M., 2007. “Mapas do Coberto Florestal: Abordagem Combinada Pixel/Objecto”. *Acta da V Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia*. Editores: L. Bastos e J. Matos, Lisboa: Lidel, Págs. 157-166.
- [6] Souza Jr., C., Roberts, D., (2005): “Mapping forest degradation in the Amazon region with IKONOS images”. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 26, No. 3, Págs. 425-429.
- [7] Stoney, W. , 2002: http://rst.gsfc.nasa.gov/Sect21/Sect21_1.html
- [8] Wang, L., Sousa, W. P. and Gong, P., 2004a. Integration of object-based and pixel-based classification for mapping mangroves with IKONOS imagery, *International Journal of Remote Sensing*, Vol.20, No. 24, Págs. 5655-5668.

Justificação de um modelo urbano 3D preciso: o caso de Genebra

Cláudio Carneiro

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) – Geographical Information Systems Laboratory (LASIG)

Claudio.Carneiro@epfl.ch

Jorge Gustavo Rocha

Universidade do Minho

jgr@di.uminho.pt

Resumo

No contexto dos SIG, como em qualquer grande projecto de TIC, é necessário preceder qualquer investimento com estudos prévios que visem maximizar o retorno do investimento. Neste artigo pretende-se de alguma forma sistematizar o processo de desenvolvimento de um modelo tridimensional para uma cidade, partindo do caso concreto da cidade de Genebra. Dá-se ênfase ao processo de análise de requisitos, depois enumeram-se uma diversidade de aplicações concretas solicitadas pelos utilizadores, para depois demonstrar uma dessas aplicações (cálculo do índice de exposição solar/dia por edifício) explorando a tecnologia usada. Alguns aspectos tecnológicos são incontornáveis, e aborda-se concretamente a manipulação de dados LIDAR na construção do modelo 3D, pois o sucesso de algumas aplicações depende muito da precisão altimétrica dos modelos gerados. Termina-se tecendo um conjunto de ilações que resultaram da participação na preparação e desenvolvimento deste projecto para a cidade de Genebra.

Palavras chave: Análise de requisitos, LIDAR, 3D, níveis de detalhe de visualização, exposição solar

1. Introdução

Cada cidade tem as suas especificidades, que começam nas características geomorfológicas, na forma como se desenvolveram, até ao actual tecido urbano, à dinâmica empresarial e à influência das autoridades locais e nacionais, só para mencionar algumas. Não há duas cidades iguais. Com a Carta de Leipzig, os 27 Estados-Membro definiram durante a Presidência Alemã, pela primeira vez, o modelo ideal de cidade para a Europa do século XXI e acordaram estratégias comuns para uma política de desenvolvimento urbano. Sendo os SIG uma ferramenta fundamental para auxiliar as cidades a resolver os problemas concretos e específicos de exclusão social, envelhecimento, urbanismo, alterações climáticas e mobilidade, entre outros, faz todo o sentido preceder qualquer desenvolvimento de um SIG com estudos prévios que visem maximizar a satisfação dos (múltiplos) utilizadores envolvidos neste processo. Neste trabalho discute-se o desenvolvimento de um modelo 3D para a cidade de Genebra, atendendo às suas especificidades, mas simultaneamente tentando de uma forma mais

abstracta identificar os aspectos metodológicos e tecnológicos mais relevantes na construção de um modelo 3D que vise o desenvolvimento de uma cidade.

Na realidade, regra geral, é dada pouca importância à utilidade e pertinência que este tipo de informação possa ter para utilizadores mais específicos, que desejem utilizar este tipo de informação com o intuito de efectuar operações de análise espacial e não apenas para visualização de dados 3D. A utilidade e aplicação deste tipo de dados para o estudo e desenvolvimento urbano ainda continua por aprofundar e cada cidade resulta num caso de estudo diferente. Neste trabalho queremos demonstrar não só a utilidade dos modelos 3D para uma variedade de casos de uso, identificados pelos utilizadores, como queremos sistematizar o processo para que este possa ser aplicado com sucesso a outras cidades, com outras realidades.

Após esta secção introdutória, o artigo divide-se em mais 7 secções. Na secção 2 debate-se resumidamente o actual estado da arte relativa à modelação 3D. Na secção 3, apresenta-se o projecto piloto proposto para a cidade de Genebra. Na secção 4, descreve-se o processo de identificação e análise de requisitos. Depois, na secção 5, com base na informação já existente e nos dados LIDAR adquiridos, descreve-se sumariamente o processo de interpolação dos modelos numéricos 3D urbanos para aplicações SIG. Na secção 6, este modelo numérico 3D urbano interpolado é utilizado para responder a uma necessidade real, que consiste no cálculo de um índice de exposição solar. Na secção 7 propõe-se um interface de visualização (distintos modelos 3D urbanos, construídos com base na análise de requisitos dos utilizadores finais) de índices urbanos 3D, com exemplificação do índice de exposição solar. Por fim, na secção 8, apresentam-se algumas conclusões que derivam do envolvimento neste projecto.

2. Estado da arte

De um modo geral, os modelos tridimensionais (3D) de cidades apresentam um conjunto de objectos através dos quais o utilizador pode navegar. Vários autores, tais como Vosselman [2003], Rottensteiner e Briese [2003] e Schwalbe et al. [2004], propuseram diferentes metodologias relativas à construção matemática de modelos 3D de cidades mais ou menos precisos e detalhados.

Quanto à interpolação de modelos numéricos de altitude (MNA), existe já uma quantidade de informação disponível sobre as técnicas mais adequadas à interpolação de dados LIDAR. Os prós e os contras de diversos métodos de interpolação, como a interpolação triangular linear, interpolação pelo vizinho mais próximo, ou a de kriging foram analisados por Gonçalves [2006]. As superfícies mais precisas são criadas com base numa malha de dimensão muito parecida com a densidade de pontos obtidos pelo LIDAR. Sedo necessário garantir uma maior precisão, são necessárias técnicas adicionais de controlo [Menezes et al., 2005]. Neste trabalho, baseamo-nos num método similar ao proposto por Osaragi e Otani [2007] para a interpolação de MNA: a partir de dados LIDAR em bruto e de dados 2D relativos aos limites cadastrais dos edifícios (armazenados num SIG).

3. Apresentação do projecto piloto

Em Outubro de 2005, o organismo “Direction Cantonale de la Mensuration Officielle”, proprietários e responsáveis pela gestão dos dados georeferenciados (LIDAR, SIG e

fotografias aéreas ortorectificadas) da cidade de Genebra, adquiriu um novo conjunto de dados LIDAR de alta precisão, os quais têm associadas uma precisão planimétrica de 20 centímetros e uma precisão altimétrica de 15 centímetros.

Um inquérito preliminar, levado a cabo entre alguns dos potenciais utilizadores de informações 3D, revelou a existência de um forte interesse pela integração de uma terceira dimensão nos dados geográficos disponíveis.

Deste modo, o DCMO decidiu lançar um projecto piloto numa zona pré-definida do centro de Genebra, com cerca de 16 hectares, circundada pela Rio “Rhône” e pela parte mais antiga (“vieille ville”) da cidade, conforme se apresenta na zona a amarelo sombreado da Figura 1. A escolha desta zona piloto específica deve-se também à diversidade tipológica dos edifícios aí existentes e por apresentar duas zonas com declives distintos: uma zona mais plana (perto do rio, na parte superior da amarelo sombreado da Figura 1) e uma segunda zona com declives médios de cerca de 7,5%, na zona mais antiga da cidade, conforme se apresenta na parte inferior da zona a amarelo sombreado da Figura 1 .



Figura 1 – Zona definida para o projecto piloto 3D da cidade de Genebra (a sombreado amarelo, ao centro da imagem); Fonte: DCMO

Para a construção do modelo 3D do centro de Genebra, existem muitas fontes de dados disponíveis, tais como:

- IG vectorial em 2D
- IG raster em 2.5D
- Dados de altimetria armazenados em Base de Dados
- Dados LIDAR (aéreos e terrestres) em bruto
- Fotografias aéreas (ortofotos)

Na Figura 2 podem visualizar-se 4 exemplos deste tipo de dados para a zona piloto em estudo na cidade de Genebra.

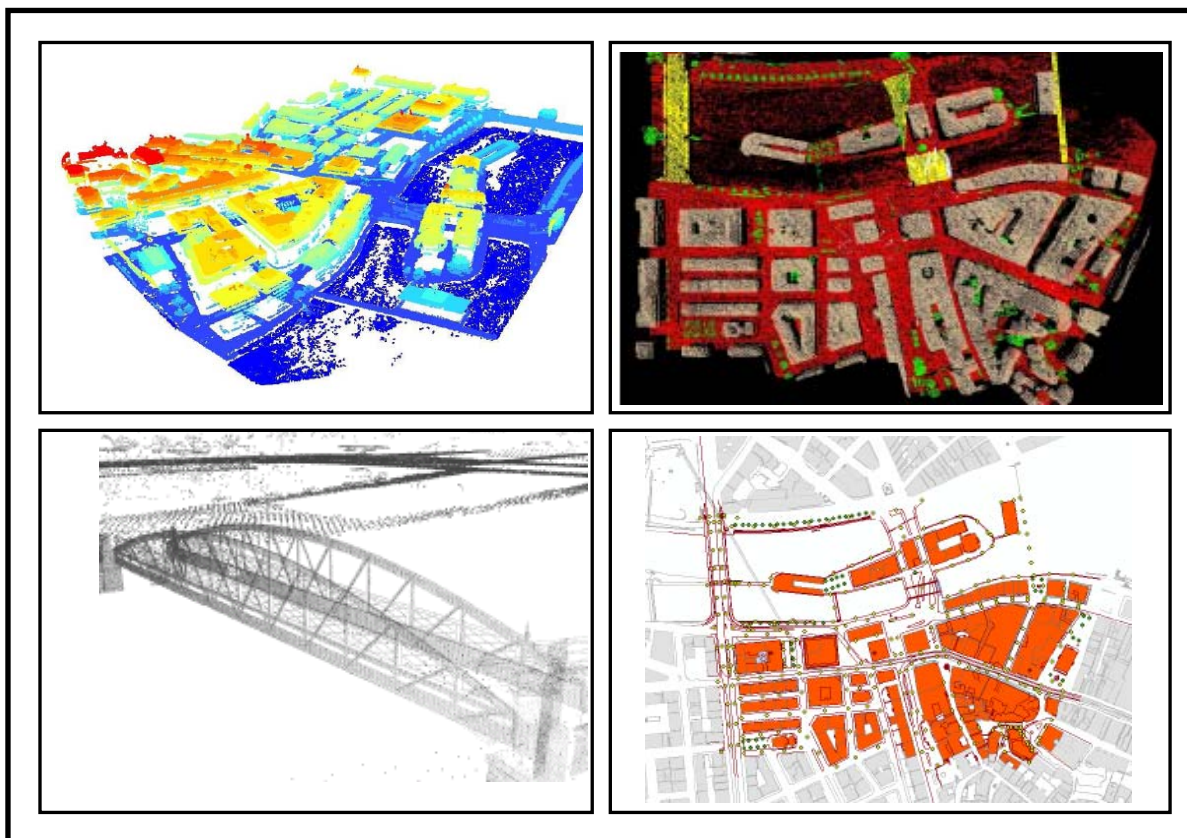


Figura 2 – Exemplo de tipo de dados existentes na zona relativa ao projecto piloto 3D da cidade de Genebra; Em cima à esquerda: dados LIDAR em bruto (visualização 3D); Em cima à direita: dados LIDAR classificados por tipo de ocupação do solo; Em baixo à esquerda: dados laser terrestres em bruto (ponte “La passerelle de l’île”); Em baixo à direita: dados vectoriais armazenados no SIG; Fonte: DCMO

4. Análise de requisitos

4.1 Aplicações 3D Urbanas

Embora pareça interessante dispor de um modelo 3D para uma cidade, trata-se de uma investimento suficientemente significativo que nos obriga a responder quantitativamente a questões do género: quais são as actividades específicas que podem tirar proveito de dados urbanos 3D? Quais são as aplicações que dependem directamente da utilização de modelos 2.5D ou 3D (informação altimétrica intrínseca) e não apenas de modelos 2D? Quais as necessidades reais de cada conjunto de utilizadores em termos de informações 3D a visualizar? Quais as aplicações em que não há necessidade de recorrer à construção e visualização de modelos 3D urbanos?

Assim sendo, uma avaliação prévia dos grupos de utilizadores existentes, e quais as suas necessidades reais, reveste-se de grande importância na construção de modelos 3D mais ou menos detalhados, nomeadamente quanto aos objectos a visualizar, nível de detalhe a implementar e escalas a utilizar. De igual modo, para as instituições públicas e privadas que financiem a fase de aquisição de dados, o levantamento de um vasto leque de

aplicações 3D válidas, cuja mais valia seja evidenciada pelos utilizadores finais, justificará melhor este tipo de investimento, sempre muito oneroso [Kaartinen e Hyypä, 2006].

Numa fase preliminar, realizou-se um inquérito junto de todos os potenciais utilizadores, os quais revelaram um forte interesse quanto a uma eventual integração da terceira dimensão nos dados SIG.

Deste modo, foram organizadas várias entrevistas (segundo a metodologia proposta por Dumas e Redish [1999]) entre a DCMO, investigadores de universidades e grupos de utilizadores finais, para aquilatar quais as necessidades reais. Na Fig. 1 pode consultar-se o resultado desta avaliação inicial, divididos pelos diferentes domínios de intervenção.

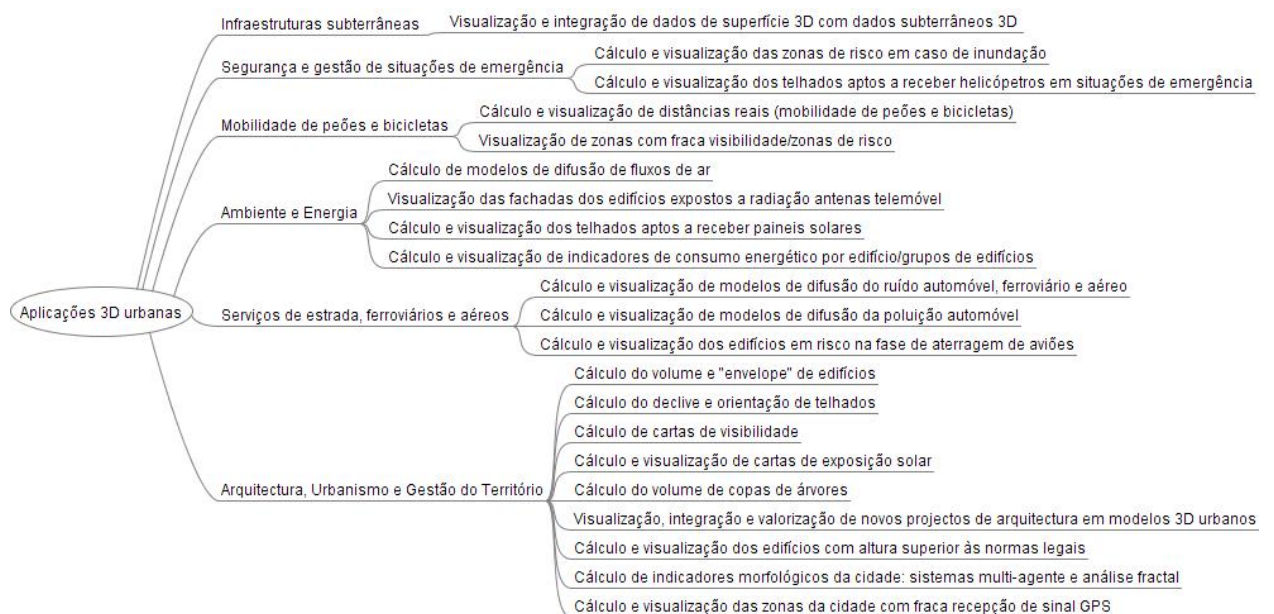


Figura 3 - Aplicações 3D urbanas, resultante das necessidades identificadas pelos utilizadores nas entrevistas efectuadas.

Na Figura 1, tendo em conta as necessidades dos utilizadores finais, pode verificar-se uma grande diversidade de aplicações 3D urbanas, a maioria recorrendo à visualização tridimensional com níveis de detalhe de visualização variáveis. Esta diversidade permite partilhar o investimento na criação deste modelo 3D por um grande número de actores.

4.2 Níveis de detalhe de visualização 3D

Ao longo destas entrevistas, tendo em conta as aplicações 3D urbanas identificadas, também se avaliou qual o nível de detalhe de visualização (NDV) 3D a adoptar para cada uma delas, a escalas diferentes, desde uma escala local (edifício) até uma escala mais global (toda a área urbana).

Assim sendo, por forma a aquilatar quais as reais necessidades em termos de visualização 3D dos grupos de utilizadores inquiridos, foi-lhes inicialmente apresentada a norma CityGML (conforme proposto por Kolbe et al. [2005]). Esta norma define cinco NDV para a representação de modelos 3D urbanos, especialmente no que concerne a visualização de edifícios (consultar Figura 4).



Figura 4 – Cinco Diferentes Níveis de Detalhe de Visualização (NDV) propostos a todos os grupos de utilizadores, conforme a norme CityGML (metodologia proposta por Kolbe et al. [2005])

De acordo com esta metodologia, em função da escala utilizada, o mesmo objecto (edifício) pode ser representado a distintos NDR, permitindo a sua análise e visualização segundo diferentes objectivos e perspectivas. Por exemplo, o NDV1 urbano apenas inclui informação relativa ao objecto “edifício”, enquanto o NDV 2 e NDV3 permitem a representação de outros objectos urbanos, tais como as ruas, os passeios, as árvores, entre outros. O NDV4 complementa o NDV3 ao adicionar a estrutura interior dos edifícios, como por exemplo, representaando os quartos, as escadas, etc.

Durante os inquéritos preliminares constatou-se que para a representação de alguns dos índices (poluição, ruído, etc) relativos às aplicações 3D urbanas avaliadas, os diferentes NDV propostos por Kolbe et al. [2005] não seriam os melhor adaptados. Por este motivo, ao longo das entrevistas, foram apresentados a todos os grupos de utilizadores três NDV adicionais para a representação 3D de edifícios (consultar Figura 5) de uma forma mais simples, mas igualmente intuitiva. Neste caso, a representação de outros objectos é igualmente possível.

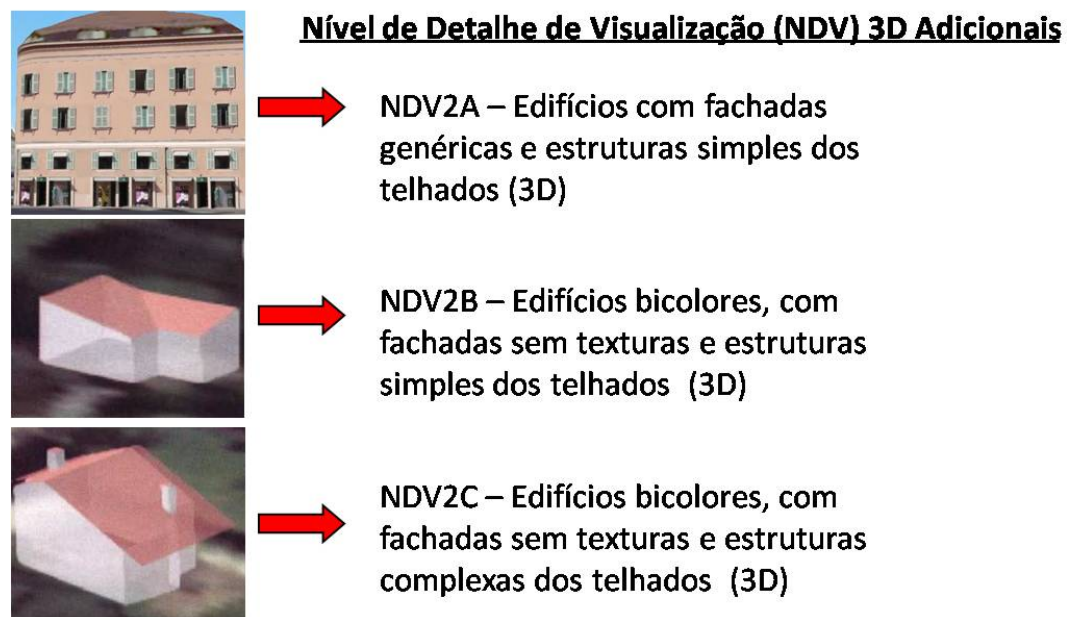


Figura 5 - Níveis de Detalhe de Visualização (NDV) adicionais propostos a todos os grupos de utilizadores

- **NDV2A: visualização de edifícios com fachadas genéricas:** as fachadas dos edifícios são definidas com base na análise de quais os tipos de fachadas mais comuns na área urbana considerada. Deste modo, as fachadas selecionadas (fotografadas numericamente) são posteriormente texturadas nas fachadas dos edifícios modelados a 3D;
- **NDV2B: visualização de edifícios bicolores com estruturas simples dos telhados:** as fachadas dos edifícios são não texturadas e a representação das estruturas dos telhados é simples (sem detalhes, como por exemplo, as chaminés). As fachadas e os telhados de todos os edifícios são sempre visualizados com cores diferentes.
- **NDV2C: visualização de edifícios bicolores com estruturas complexas dos telhados:** as fachadas dos edifícios são não texturadas e a representação das estruturas dos telhados é simples (sem detalhes, como por exemplo, as chaminés). As fachadas e os telhados de todos os edifícios são sempre visualizados com cores diferentes.

Os NDV2B e NDV2C adquirem grande importância no que concerne a representação 3D de índices urbanos, tal como se pode constatar no exemplo relativo ao índice de exposição solar/dia por edifício apresentado na secção 7.

Na Figura 6 pode consultar-se um exemplo de visualização de edifícios bicolores com estruturas complexas dos telhados (sobre ortofoto) para a zona piloto apresentada neste estudo.

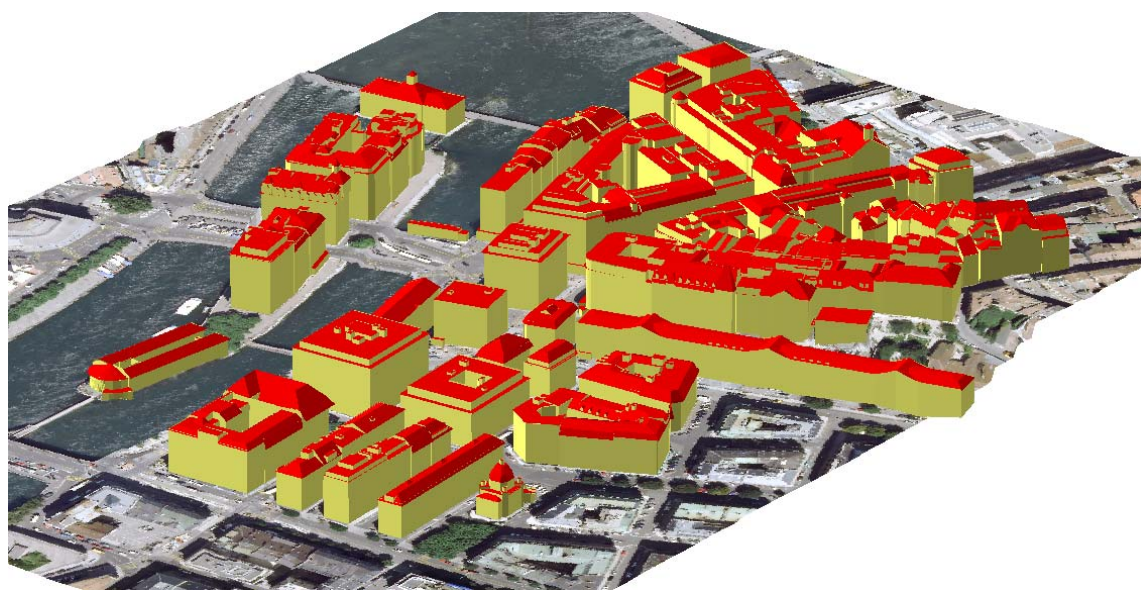


Figura 6 – Exemplo de visualização de edifícios bicolores com estruturas complexas dos telhados (NDV2C) para a zona piloto, sobre ortofoto

Assim, fundamentando-se nas aplicações 3D definidas na secção 4.1 e nos NDV definidos pelo grupo de utilizadores inquiridos, no Quadro 1 apresentam-se dois exemplos possíveis de representação 3D a diferentes escalas de visualização.

Área de intervenção	Objectivos da visualização 3D	Escala de visualização 3D necessárias	Nível de Detalhe de Visualização (NDV), objectos urbanos a representar
Arquitectura, Urbanismo e Gestão do território	Análise e impacto (no meio envolvente) relativo à construção de novos edifícios a construir	Edifício/Quarteirão/Cidade	NDV3 e NDV4 para a visualização do novo edifício (projecto arquitetural) . NDV2B/NDV2C para os edifícios existentes na proximidade do novo edifício. NDV1 para todos os edifícios que se encontrem afastados do novo edifício. Outros objectos urbanos, como por exemplo estradas e árvores devem igualmente ser representados.
Serviços de estradas, Ferroviários e Aéreos	Avaliação da poluição sonora	Edifício/Quarteirão/Cidade	NDV0 à escala da da cidade/quarteirão NDR2/NDV2C à escala do edifício (modelização 3D do índices de poluição sobre as fachadas dos edifícios)

Quadro 1 – Dois exemplos de Nível de Detalhe de Visualização (NDV) 3D para a cidade de Genebra, definidos em função da análise de requisitos

Na Figura 7 pode consultar-se a visualização 3D proposta (escala do quarteirão), relativa a cada um dos dois exemplos expostos no Quadro 1.

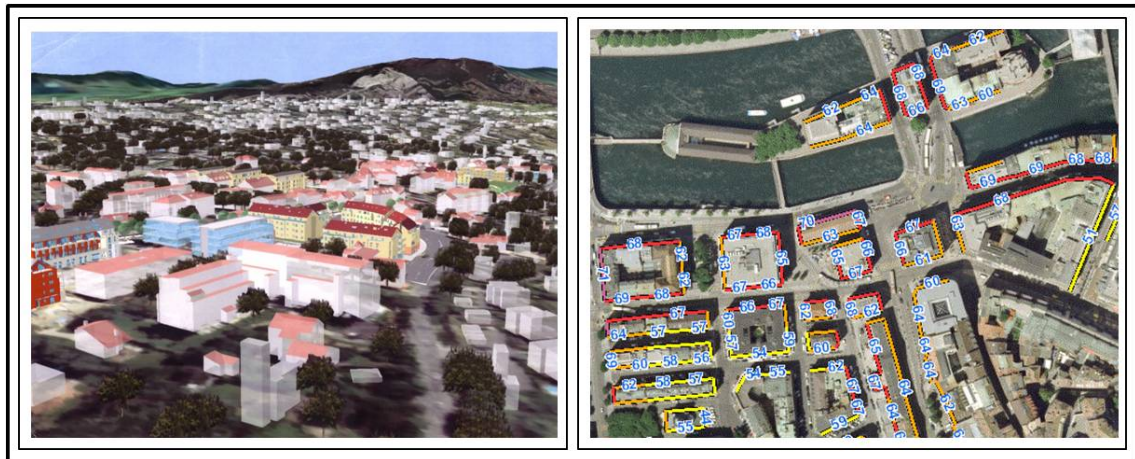


Figura 7 – Dois exemplos de visualização 3D para a cidade de Genebra: análise do impacto relativo à construção de um conjunto de novos edifícios (ao centro na imagem da esquerda) no meio urbano envolvente (imagem à esquerda); análise da poluição sonora na zona piloto da cidade de Genebra (imagem à direita);

5. Exemplo de aplicação SIG

5.1 Interpolação do modelo numérico 3D urbano

Nesta ponto apresenta-se um caso de aplicação SIG 3D para o cálculo do índice de exposição solar incidente sobre cada edifício, implementado a partir de dados LIDAR (3D) e de dados cadastrais (2D).

Inicialmente, por forma a calcular o índice de exposição solar é necessário interpolar um modelo numérico 3D urbano a partir da integração conjunta de dados LIDAR (3D) e dados referentes aos polígonos dos edifícios (2D), armazenados num SIG.

Ao longo da última década, os dados 3D “Light Detection and Ranging” (LIDAR) tem vindo a ser cada vez mais utilizados na interpolação de modelos numéricos 3D em áreas urbanas. A tecnologia “Airborne Laser Scanning” (ALS) permite obter (utilizando sensores diferenciados, tais como um GPS e um sistema inercial), de forma bastante precisa e rápida, quais as coordenadas (x,y,z) de pontos localizados na superfície terrestre, em edifícios, árvores e outros objectos urbanos. Para mais detalhes acerca desta tecnologia consultar [Baltsavais, 1999].

A utilização de dados LIDAR, conjuntamente com dados 2D referentes aos polígonos dos edifícios, ambos definidos no mesmo sistema de referência, permite a construção de um modelo 3D numérico urbano – devido à sua maior resolução planimétrica, a utilização de dados 2D relativos aos polígonos dos edifícios para classificação dos pontos LIDAR que se encontrem no interior dos edifícios é importante para melhorar o resultado final do modelo numérico 3D interpolado. Na Figura 8 pode consultar-se toda a metodologia implementada para a interpolação do modelo numérico 3D urbano.

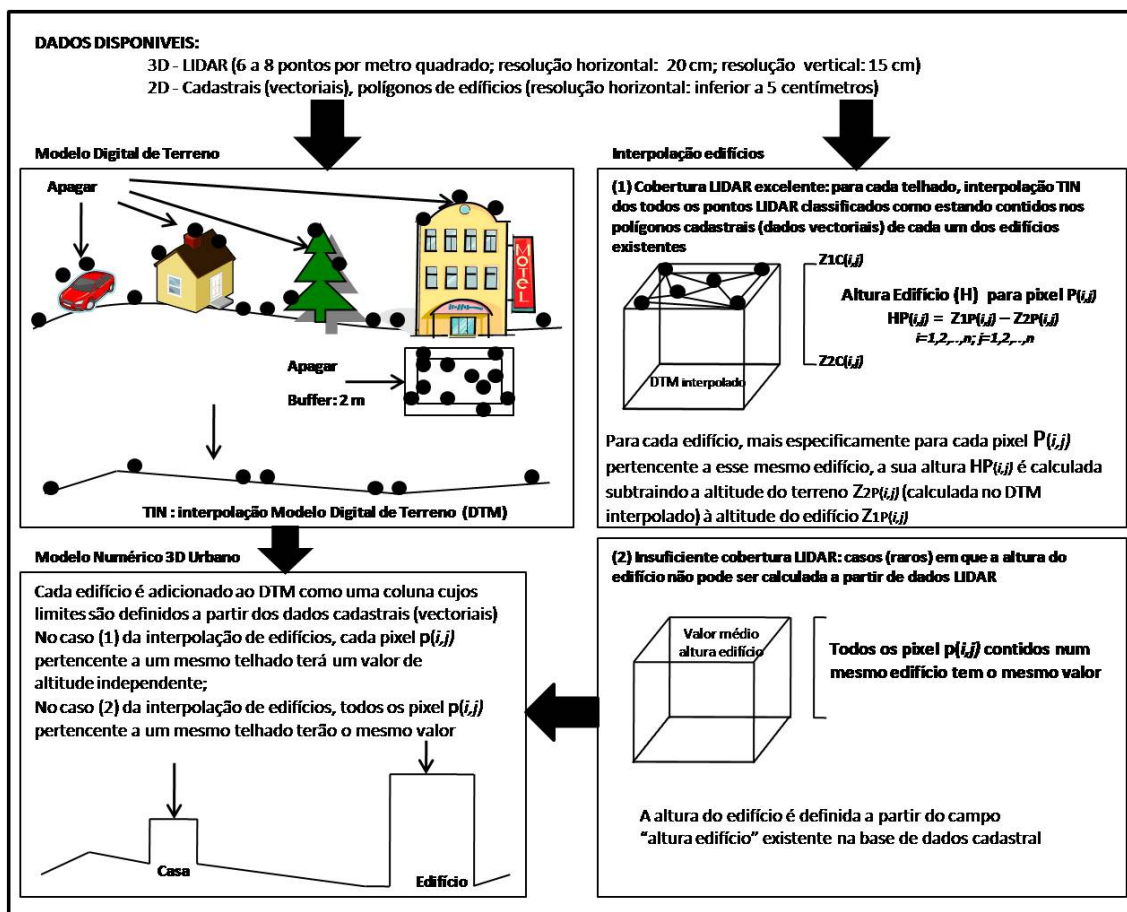


Figura 8 – Metodologia proposta para interpolação do modelo numérico 3D urbano

Com uma boa densidade de pontos LIDAR (pelo menos 6 a 8 pontos por metro quadrado, conforme os dados LIDAR disponíveis na cidade de Genebra) não existe uma grande diferença entre os diversos métodos de interpolação existentes, tais como o do vizinho mais próximo, da mínima curvatura, de kriging ou ainda da triangulação com interpolação linear [Gonçalves, 2006]. Pelo seu uso generalizado na comunidade científica, o método da triangulação com interpolação linear foi escolhido para prossecução deste trabalho. O algoritmo utilizado, originalmente escrito por Rudolph Franklin em 1973, cria uma rede triangular irregular ("Triangulated Irregular Network": TIN) a partir dos pontos LIDAR, utilizando uma triangulação de Delaunay¹.

Na Figura 9 pode visualizar-se o modelo numérico 3D urbano interpolado para um dos quarteirões da zona piloto em estudo neste projecto e que servirá de base para o cálculo do índice de exposição solar/dia por edifício.

¹ O critério utilizado na Triangulação de Delaunay é o de maximização dos ângulos mínimos de cada um dos triângulos existentes. Deste modo, a malha final deve conter apenas triângulos o mais próximo possível de triângulos equiláteros, evitando-se assim a criação de triângulos finos, ou seja, de triângulos com ângulos internos demasiado agudos.

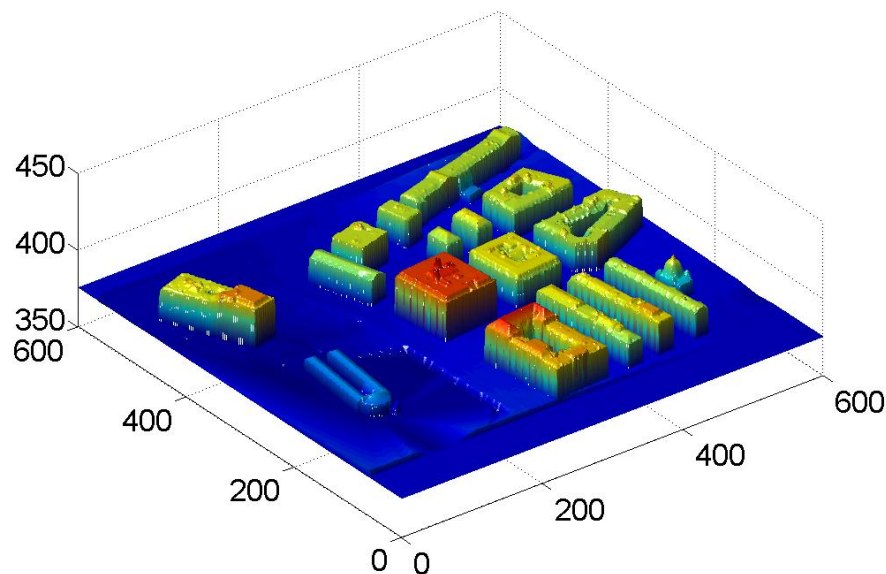


Figura 9 - Modelo numérico 3D urbano interpolado para um dos bairros da zona piloto: visualização 3D da informação altimétrica de cada pixel (metros) numa área total de 300 por 300 metros (dimensão de cada pixel: 0,5 por 0,5 metros);

5.2 Cálculo do índice de exposição solar/dia por edifício

A energia irradiada pelo sol, recebida por um edifício, sempre fez parte das leis tradicionais do urbanismo, e está patente, por exemplo, na fixação das populações na margem norte dos rios, no hemisfério norte, por terem uma melhor exposição solar, ou, para dar outro exemplo, nas leis que subsistiram ao planeamento da cidade de Nova Iorque [Ratti e Morello, 2005].

Para calcular o índice de exposição solar, inspiramo-nos no cálculo das visibilidades, centrando o ponto de vista no sol, e considerando cada célula do nosso modelo como um alvo. Para tal, é preciso determinar a posição do sol para cada instante de tempo considerado, com base na latitude do lugar. Com base nessa posição do sol, e com base na análise da visibilidade sobre todos os pixels da fachada de cada edifício a cada 3 metros² de altura contados a partir do solo, consegue-se o número de horas de exposição solar directa, que há-de variar entre os solstícios de verão (maior dia do ano) e de inverno (menor dia do ano).

Concretamente, para o cálculo deste índice, os dados LIDAR e cadastrais foram utilizados para a construção de um modelo numérico 3D (grelha com 0.5 por 0.5 metros) urbano sobre o qual se implementam os algoritmos (programados em MATLAB) de exposição solar (consultar Figura 10).

² Corresponde à altura média de cada andar de um edifício urbano

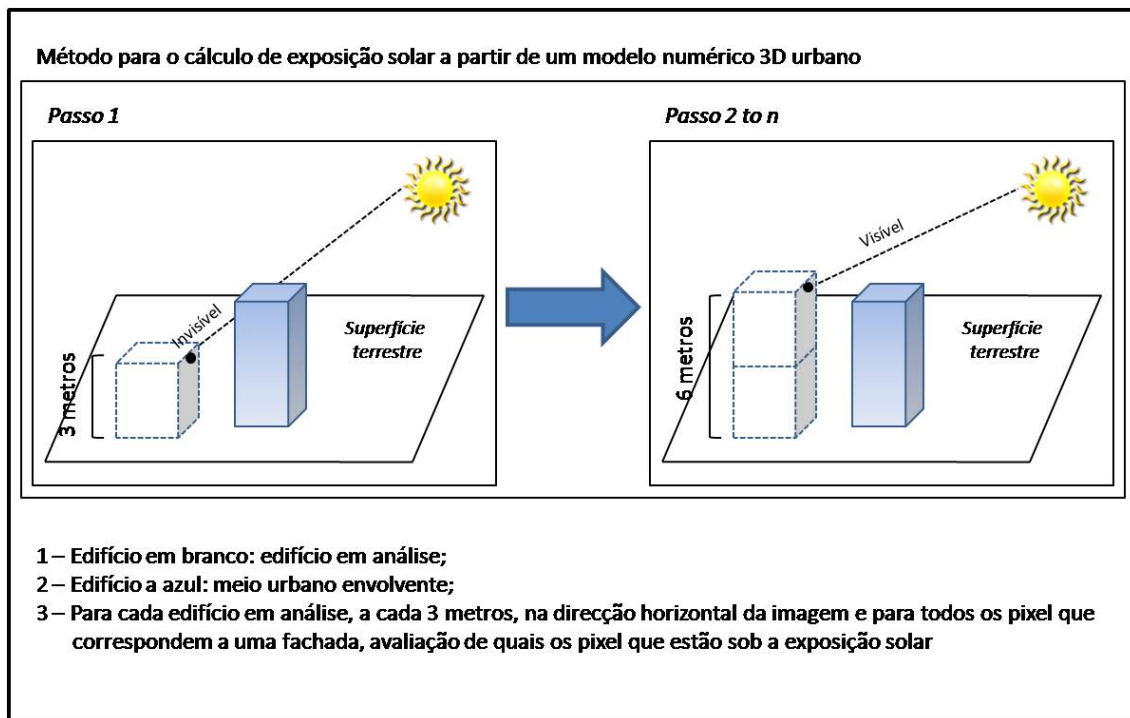


Figura 10 – Método para extração das cartas de exposição solar a partir de um modelo numérico 3D urbano

Através desta metodologia e no que respeita à exposição solar, podem extrair-se diversas informações relativas a cada edifício e/ou grupo de edifícios da áreas em análise:

- Cálculo do índice total de exposição solar de cada edifício;
- Cálculo do índice total de exposição solar por fachada de cada edifício;
- Cálculo do índice total de exposição solar por andar de cada edifício;
- Cálculo do índice total de exposição solar por fachada e por andar de cada edifício;
- Cálculo do índice total de exposição solar por grupos de edifícios;

Através desta metodologia, para além de se poder calcular o índice de exposição solar de edifícios já existentes, também se pode prever qual o índice de exposição solar para novos edifícios já projectados, desde que estes estejam correctamente georeferenciados. Para tal, basta ter as coordenadas (x,y) exactas de cada um dos extremos das fachadas do edifício projectado, bem como o número de andares existentes no mesmo, para se poder efectuar uma simulação do índice de exposição solar, com todas as vantagens daí inerentes em termos de análise de qualidade de vida e de planeamento urbano.

Na Figura 11 pode visualizar-se um exemplo de cálculo de exposição solar/dia para o solstício de Verão, sobre a zona piloto em análise neste projecto.



Figura 11 – Cálculo do índice de exposição solar na zona piloto para o solstício de Verão

5.3 Visualização do índice de exposição solar

A visualização dos índices urbanos 3D é feita sobre um modelo 3D que pode ser mais ou menos detalhado. Deste modo, consoante o tipo de objectos a considerar, a reconstrução do modelo urbano 3D a utilizar para tarefas de visualização pode ser feita a partir de diferentes fontes de dados e técnicas de modelação, conforme se pode consultar na Figura 12.

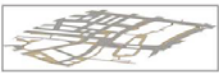




Objectos	Fonte de dados	Técnica de modelação 3D	Exemplo
Estradas e passeios	LIDAR	Interpolação e criação de TIN a partir de pontos LIDAR e posterior integração no modelo 3D urbano	
Vegetação	LIDAR	Utilização de algoritmos específicos para classificação de pontos LIDAR. Em função da altura e volume da copa de cada árvore, posterior utilização de árvores tipo para inserção da vegetação no modelo 3D urbano	
Lampadários, estações de BUS e outros objectos urbanos genéricos	LIDAR	Utilização de algoritmos específicos para classificação de pontos LIDAR e posterior integração no modelo 3D urbano	
Edifícios	LIDAR e ortofotos	Técnicas híbridas: digitalização vectorial a partir de imagens aéreas (ortofotos) complementadas com algoritmos de reconstrução de edifícios a partir de dados LIDAR	
Pontes e outros objectos urbanos com grande detalhe arquitectónico	Laser terrestre	Modelação CAD de pontos obtidos a partir de laser terrestre e posterior georeferenciação no modelo 3D urbano	

Figura 12 – Diferentes técnicas de reconstrução 3D de objectos urbanos

Conforme referido na secção 4.1 e 4.2, a análise de requisitos levada a cabo com todos os grupos de utilizadores ligados à modelação de fenómenos ambientais e energéticos no

meio urbano ressaltou a representação bicolor (NDV2B e NDV2C) dos edifícios como a mais adequada às escalas de representação do edifício ou bairro.

Assim sendo, para a visualização 3D do índice relativo ao número de horas/dia de exposição solar por edifício, cujo cálculo se baseou na técnica apresentada na secção 5.2, foram utilizados dados LIDAR conjuntamente com as fotografias aéreas (ortofotos) para a reconstrução 3D dos edifícios, conforme se pode consultar na Figura 13.

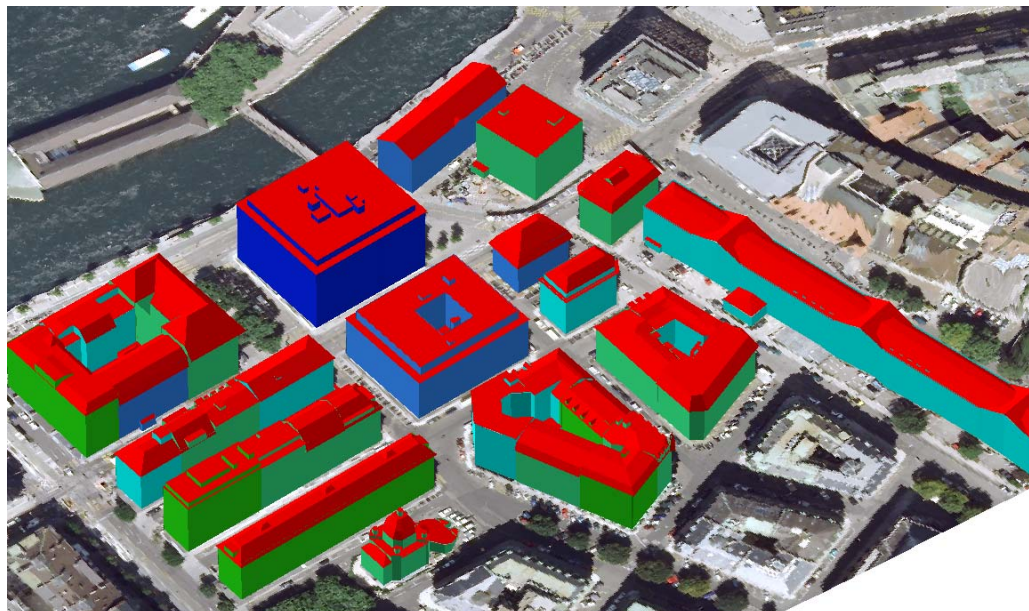


Figura 13 – Exemplo de visualização do índice relativo ao número de horas/dia de exposição solar (codificado com uma cor sobre as fachadas) por edifício, no solstício de Verão e sobre ortofoto, para um dos bairros da zona piloto. Escala de verdes/azuis: verde claro (menos horas/dia de exposição solar) a azul escuro (mais horas/dia de exposição solar)

6. Conclusões e trabalho futuro

Com base em dados LIDAR, foi possível obter determinados índices 3D com bastante precisão, para um espaço densamente urbanizado. Esta modelação permite criar cenários para a simulação de uma diversidade de fenómenos, e permite uma panóplia de análises que respondem às necessidades de uma diversidade de actores, que não estritamente os típicos clientes SIG ligados ao ordenamento do espaço urbano.

Esta é, de facto, a tese defendida neste artigo: garante-se o retorno do investimento de um modelo 3D com bastante precisão se forem disponibilizadas as diversas aplicações concretas requeridas pela diversidade das forças vivas de uma cidade (ligadas à protecção civil, ao urbanismo, à mobilidade, ao ambiente, à saúde, etc).

O desenvolvimento destas aplicações passa por, como em qualquer aplicação informática, compreender as necessidades dos utilizadores, para poder responder às questões dos utilizadores, um modelo 3D suficientemente preciso. Neste artigo, usamos o modelo 3D para se poder aferir um índice de exposição solar, que indica o número de horas de sol/dia, variável ao longo do ano.

Em relação ao trabalho futuro, existem duas frentes que queremos desenvolver: uma que tem a ver com a qualidade do modelo 3D resultante dos dados LIDAR, e outra mais relacionada com a concretização de um conjunto de agentes que concretizem determinados modelos de simulação, que possam correr sobre o modelo 3D.

7. Referências

- Baltsavias, E. (1999) "A comparison between photogrammetry and laser scanning". *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 54, pp. 83–94.
- Dumas S., Redish C. (1999) "A Practical Guide to Usability Testing". Intellect Books, Exeter, United Kingdom.
- Gonçalves, G. (2006) "Analysis of interpolation errors in urban digital surface models created from LIDAR data". *Proceedings of the 7th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Resources and Environment Sciences*. Edited by M. Caetano and M. Painho. Sana Hotel, 5th-7th July, Lisbon, Portugal
- Kaartinen H., Hyypä J. (2006) "Evaluation of Building Extraction", EuroSDR Projects, Published by EuroSDR, Official Publication N° 50, pp.11-110, Utrecht, Netherlands.
- Kolbe T., Gröger G., Plümer, L. (2005) "CityGML - Interoperable Access to 3D City Models", In: Oosterom, Zlatanov, Fendel (Eds.): *Proceedings of the Int. Symposium on Geoinformation for Disaster Management*, 21st–23rd March 2005 in Delft, Springer.
- Menezes, A. S., Chasco F. R., Garcia, B., Cabrejas J., González-Audícana, M. (2005) "Quality control in digital terrain models". *Journal of Surveying Engineering* 131: pp. 118-124
- Osaragi, T., Otani I. (2007) "Effects of ground surface relief in 3D spatial analysis on residential environment". *The European Information Society: Lecture notes in Geoinformation and Cartography*. Edited by Sara Irina Fabrikant and Monica Wachowicz. Published by Springer Berlin Heidelberg. Berlin, pp. 171-186
- Ratti, C., Morello, E.: *SunScapes* (2005) "Extending the solar envelopes concept through iso-solar surfaces". *PLEA 2005, The 22nd Conference on Passive and Low Energy Architecture*, 13th-16th November, Beirut, Lebanon
- Rottensteiner F., Briese C. (2003) "Automatic generation of building models from LIDAR data and the integration of aerial images". In *ISPRS working group III/3 workshop "3D reconstruction from airborne laser scanner and InSAR data"*, vol. 34, Dresden, Germany.
- Schwalbe E., Maas H.-G., Seidel, F. (2004) "3D building model generation from airborne laser scanner data using 2D GIS data and orthogonal point cloud projections". In *Workshop "Laser Scanning 2005"*, Vol. XXXVI, ISPRS, Enschede, The Netherlands.
- Vosselman, G. (2003) "3D reconstruction of roads and trees for city modeling". In *ISPRS working group III/3 workshop "3D reconstruction from airborne laser scanner and InSAR data"*, Vol. 34, pp. 231-236, Dresden, Germany.

Estudo da alteração da cobertura do solo no Parque Nacional da Peneda Gerês (1995 e 2007). Análise temporal dos padrões espaciais e avaliação quantitativa da estrutura da paisagem.

VIANA, Helder¹; ARANHA, José²

¹ *Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Viseu, Quinta da Alagoa, 3500-606 Viseu, Portugal, email: hviana@esav.ipv.pt*

² *Dept. Florestal – UTAD - 5001-801 Vila Real – email: j_aranha@utad.pt*

Resumo

Os processos de alteração da paisagem, sejam naturais ou de origem antropogénica, têm uma influência profunda na evolução histórica das paisagens. Estas modificações na cobertura e ocupação do solo induzem alterações no tipo de coberto vegetal bem como nos indicadores da paisagem.

Com o presente estudo pretendeu-se avaliar a evolução da cobertura e ocupação do solo, entre o período de 1995 e 2007. Os mapas da cobertura do solo foram obtidos por classificação digital de imagens de satélite Landsat TM numa área de aproximadamente 5200ha, inserida no parque Nacional da Peneda Gerês, tendo como material de apoio ortofotomapas para fotointerpretação e levantamentos de campo por GPS, dos períodos considerados. A análise da evolução temporal dos padrões espaciais foi feita com base no estado inicial (1995) da cobertura do solo e nas tendências de transição, obtidas por modelação das transições potenciais até 2007. O par de imagens foi submetido a uma análise de Markov, sendo calculadas novas imagens, como projecções das duas coberturas do solo, mostrando a predição das alterações da paisagem, para cada classe classificada, recorrendo ao módulo *Land Change Modeler* que integra o software SIG, IDRISI Andes. Foram também aplicados métodos de quantificação da estrutura da paisagem e calculadas as métricas da paisagem relativas à área das parcelas, área central, tamanho e densidade, fronteira, forma e métricas de diversidade, para os dois períodos. Estas operações foram executadas com auxílio da extensão *Patch Analyst*, que funciona em ambiente ArcGIS 9.x. As comparações feitas indicam alterações significativas em 13 das 15 classes de ocupação classificadas, correspondente a cerca de 1000ha da área de estudo considerada. As modificações mais importantes registaram-se nas classes de pinheiro bravo (*Pinus pinaster*); carvalho alvarinho (*Quercus robur*); mimosa (*Acacia dealbata*) e nas áreas de matos. Enquanto que para o pinheiro e matos o balanço, entre ganhos e perdas de território, foi equilibrado, mantendo-se praticamente as mesmas extensões, o carvalhal sofreu uma redução de 440ha e o acacial aumentou em mais de 60% relativamente à ocupação em 1995. A aplicação comparada de indicadores da paisagem mostrou que a estratificação aumentou, registando-se o dobro de parcelas e, consequentemente, com as áreas médias a reduzirem para metade. Apesar das modificações espaciais observadas, os índices de biodiversidade calculados são muito semelhantes nestas duas datas. Esta abordagem permitiu compreender melhor as dinâmicas desta paisagem, inserida na área protegida da Peneda-Gerês, tendo sido possível registar alterações significativas na cobertura e ocupação do solo.

PALAVRAS-CHAVE: *Deteção Remota, SIG, Cobertura e ocupação do solo, Ecologia da Paisagem, Análise de padrões espaciais; Predição de alterações, Gerês*

1 - INTRODUÇÃO

As regiões naturais têm sofrido, ao longo dos anos, importantes alterações que se observam pela modificação da composição da cobertura do solo. Estas alterações, devidas a factores de variação das condições climáticas ou de origem antropogénica, potenciam significativas alterações no equilíbrio dos ecossistemas. Na Europa, o uso da terra está sujeito a múltiplas alterações motivadas por diversos processos de interacção que se registam a diferentes escalas e em diferentes domínios.

O processo mais dominante, dessas alterações, inclui o crescimento económico e as modificações tecnológicas e políticas (Verburg *et al.*, 2008).

Tratando-se de zonas mediterrânicas, onde os ecossistemas tendem a ser mais susceptíveis e propensos ao desequilíbrio, as consequências das modificações paisagísticas são ainda mais importantes.

A análise da evolução da cobertura e ocupação tem sido utilizada, em diversos estudos, para avaliar as consequências ambientais das modificações da paisagem (López *et al.*, 2001, Flamenco-Sandovala, *et al.*, 2007; Rutherford *et al.*, 2008), desta forma, compreender melhor as dinâmicas de evolução da cobertura e uso do solo.

As análises mais comuns baseiam-se na avaliação temporal dos padrões espaciais e na avaliação quantitativa da estrutura da paisagem (O'Neill *et al.*, 1988; Bresee *et al.*, 2001).

A ecologia da paisagem examina as relações entre os padrões da paisagem e os processos ecológicos, contudo há que haver parcimónia na generalização destes métodos de avaliação (Tischendorf, 2001).

No presente trabalho fez-se uso da combinação das tecnologias de Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica para avaliar a dinâmica da paisagem na Mata Nacional do Gerês.

Foi avaliada a paisagem global, composição e estrutura no período entre 1995 e 2007 e feita a projecção para 2015 com base nos potenciais de transição apresentados.

Foi seleccionada a Mata Nacional do Gerês, por se tratar duma área protegida de elevado valor paisagístico e ecológico, integrada no Parque Nacional da Peneda-Gerês (PNPG).

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Enquadramento da área de estudo

A Mata Nacional do Gerês, com cerca de 5211 ha, faz parte integrante do Parque Nacional da Peneda-Gerês (PNPG) cuja área total é de, aproximadamente, 72000 ha, distribuídos por 5 concelhos: Melgaço, Arcos de Valdevez e Ponte da Barca do distrito de Viana do castelo, Terras do Bouro do distrito de Braga e Montalegre do distrito de Vila Real (ICN, 1995), como se apresenta na Figura 1.

A Mata Nacional do Gerês contém um dos bosques mais importantes do PNPG, constituído, predominantemente, por um carvalhal multissecular (o carvalhal da Albergaria) onde se verifica a presença de espécies características da fauna e da

flora gerensiana. No plano de ordenamento do PNPG, está classificada como sendo uma Zona de Protecção Parcial da Área de Ambiente Natural (Anónimo, 1995).

A nível administrativo localiza-se nas freguesias de Vilar da Veiga e do Campo do Gerês no Concelho de Terras de Bouro (Carta Militar de Portugal, série M888 à escala 1/25000, folhas n.ºs: 30, 31, 43).

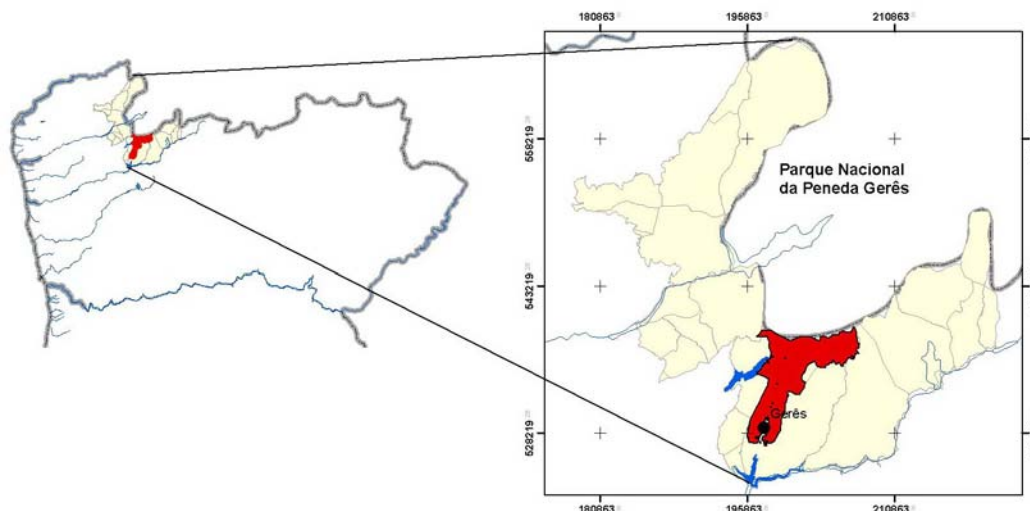


Figura 1 - Localização da área de estudo (inserida no PNPG).
Coordenadas no sistema Lisboa Hayford-Gauss Militar – IGeoE - em metros.

De uma forma geral, a Mata Nacional pode classificar-se como uma área serrana de altitude, uma vez que, cerca de 82% do território, apresenta altitudes que variam entre os 700 e os 1400 m.

O conjunto formado pelas serras da Peneda, Soajo, Amarela e Gerês constitui um efeito de barreira às massas de ar quente e húmido, vindas do Oceano Atlântico, determinando a forte pluviosidade do PNPG. No caso específico da área de estudo, a precipitação média anual atinge valores que variam entre os 2400 mm e 2800 mm, atingindo mesmo os 3000 mm, o que a torna na zona mais pluviosa de Portugal e uma das mais pluviosas da Europa. (Fontes, 2005).

2.2 - Metodologia do estudo

A primeira abordagem do estudo consistiu na classificação da cobertura do solo para os anos de 1995 e 2007. Utilizaram-se para este efeito três imagens Landsat-5 TM, de 5 de Julho de 1995, Landsat-5 ETM+ 1 de Abril de 2001 e Landsat-5 TM, de 4 de Agosto de 2006. O tratamento das imagens (pré-processamento, realces de imagem – RGB, NDVI, PCA -, classificação e análise) foi realizado com o Software IDRISI Andes. Como método de classificação, foi usado o método da Distância Mínima e o método da Máxima Verosimilhança.

Com base no conhecimento do terreno, na interpretação dos ortofotomapas em formato digital de 1995 fornecidas pelo ex-CNIG e de 2006 cedidos pelo IGP, e nos levantamentos de campo feitos por GPS (sistema de posicionamento global) em 1995 e 2007 foram caracterizadas e identificadas diferentes classes de cobertura do solo. Numa primeira fase de classificação das imagens de satélite, usou-se um conjunto de classes de ocupação do solo derivado da legenda do programa

CORINE, tendo-se obtido um mapa geral de ocupação do solo. Posteriormente, após estratificação dos ortofotomapas e processamento dos dados recolhidos com o GPS, adoptou-se, como legenda de trabalho, um conjunto alargado de classes, considerando a espécie de vegetação.

O processo de detecção de alterações adoptado neste trabalho baseou-se na comparação pixel a pixel das imagens classificadas, por ser um método largamente utilizado e de fácil compreensão. Esta etapa teve como objectivo a comparação das imagens geradas para os diferentes anos em estudo. Para o efeito, foi utilizado o módulo *Land Change Modeler* (LCM) para Sustentabilidade Ecológica que integra o software IDRISI Andes. O LCM é uma aplicação, desenvolvida pela Clark Labs que se encontra em fase de avaliação, orientada para o estudo das alterações da ocupação do solo e para análises específicas de conservação da biodiversidade (Eastman, 2006). O LCM permite analisar as alterações ocorridas numa paisagem; Modelar o potencial de transição das classes de cobertura; Prever o rumo das alterações no futuro; Avaliar as suas implicações para a biodiversidade e Avaliar os planos de intervenção para manutenção da sustentabilidade ecológica. No presente estudo, apenas se fez a análise integrada da cobertura do solo e da sua projecção para o futuro.

Numa etapa subsequente os padrões espaciais das duas imagens foram analisados recorrendo à quantificação da estrutura da paisagem. Para o efeito, as duas imagens foram exportadas para o ArcGIS 9.x e, com auxílio da extensão *Patch Analyst 4* (Rempel, 2008), foram calculadas as métricas de paisagem. Este módulo permite fazer análise sobre formatos vectorial (*shapes*) ou formato raster (*Grid*). Dado que os mapas das classificações se encontravam neste último formato as análises da estrutura horizontal da paisagem foram feitas pela funcionalidade *Patch Grid*.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Dinâmica das alterações da ocupação do solo

Os resultados da classificação assistida das imagens de satélite mostram que o método da Distância Mínima é mais adequado à classificação desta área de estudo, tendo-se obtido uma certeza geral de classificação de, aproximadamente, 80% para todas as imagens. Com base nos dois mapas de cobertura do solo, foi avaliada a área ocupada por cada classe em 1995 e em 2007, como se apresenta na Tabela 1.

Tabela 1 – Classes de cobertura do solo usadas na análise de alterações, entre 1995 e 2007.

Classe de cobertura do solo	1995		2007		Balanço em relação ao total		Variação em cada classe
	ha	%	ha	%	ha	%	
1 Mato	3694.41	70.94	3789.54	72.76	95.13	1.83	2.51
2 Pinus sylvestris	64.26	1.23	58.59	1.13	-5.67	-0.11	-9.68
3 Acacia dealbata	40.68	0.78	183.06	3.52	142.38	2.73	77.78
4 Quercus robur	834.48	16.02	390.06	7.49	-444.42	-8.53	-113.94
5 Misto Folhosas	61.56	1.18	99.45	1.91	37.89	0.73	38.10
6 Misto Resinosas	19.35	0.37	3.15	0.06	-16.20	-0.31	-514.29
7 Misto Folh/Res	42.12	0.81	133.29	2.56	91.17	1.75	68.40
8 Chamaecyparis	5.31	0.10	10.71	0.21	5.40	0.10	50.42
9 Mato/carvalho	0.36	0.01	45.45	0.87	45.09	0.87	99.21
10 Fagus sylvatica	45.00	0.86	95.94	1.84	50.94	0.98	53.10
11 Acacia melanoxylon	0.72	0.01	30.78	0.59	30.06	0.58	97.66
12 Pinus pinaster	354.96	6.82	352.44	6.77	-2.52	-0.05	-0.72
13 Pinus nigra	6.93	0.13	7.02	0.13	0.09	0.00	1.28
14 Arbutus unedo	11.16	0.21	1.80	0.03	-9.36	-0.18	-520.00
15 Betula celtiberica	26.64	0.51	6.66	0.13	-19.98	-0.38	-300.00
Total	5207.94	100.00	5207.94	100.00	0.00	0.00	

A Análise LCM mostra as variações mostra que entre as duas datas ocorreram perdas e ganhos de área, sendo os resultados mais significativos os verificados para o pinheiro bravo, para o carvalho e para o mato, como se apresenta na Figura 2. Os mesmos resultados, mas analisados sob a forma de balanço para as classes consideradas, mostram que a área total de pinheiro bravo se manteve estável, tendo a área de carvalho sofrido uma forte redução e a de mato um ligeiro aumento, como se apresenta na Figura 3.

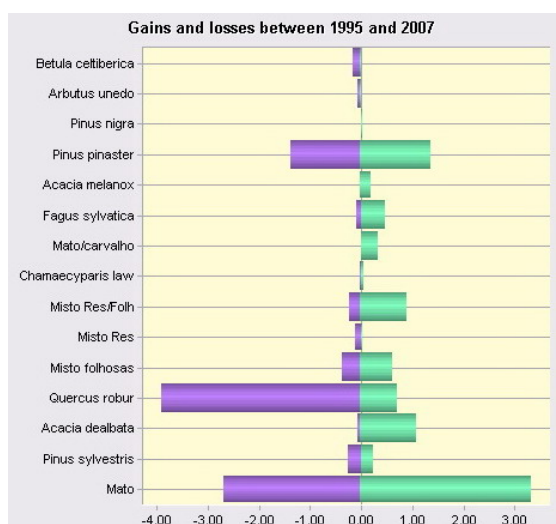


Figura 2 – Perdas (roxo) e ganhos (verde), por classe de ocupação do solo, entre 1995 e 2007 (% da área)

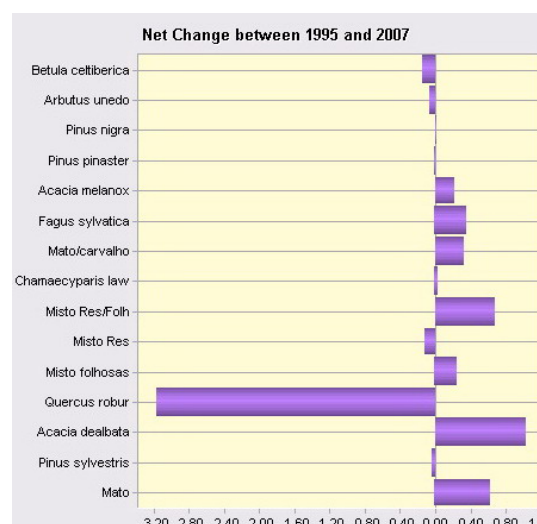


Figura 3 - Balanço das perdas (esq.) e dos ganhos (dt.), por classe de ocupação do solo, entre 1995 e 2007 (% da área total)

O mapa apresentado na Figura 4 mostra as alterações ocorridas entre as duas datas a nível da ocupação do solo e representa bem a intensidade das modificações espaciais ocorridas no período de 12 anos. Apenas foram consideradas variações superiores a 25 ha, a fim de minimizar possíveis erros de classificação da cobertura do solo.

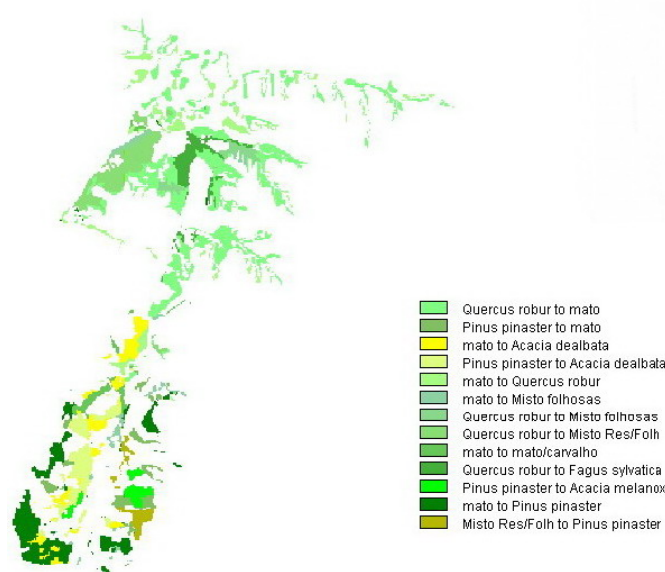


Figura 4 - Mapa das alterações observadas entre 1995 e 2007 entre todas as classes (ignorando variações <25ha).

As alterações observadas, em termos de variação percentual líquida, são mais significativas nas classes: Mistos de resinosas, Matos com regeneração de carvalhos, *Arbutus unedo*, *Betula celtiberica*, *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon*, *Quercus robur*.

Contudo as primeiras 4 classes têm superfícies muito reduzidas no global da área estudada, pelo que apenas se fará referência, com maior detalhe, às modificações ocorridas nas últimas três (classes 3, 4 e 11, respectivamente).

A modificação mais importante registou-se nas áreas de carvalho (*Quercus robur*) com uma redução efectiva de cerca de 444 ha, correspondendo a uma diminuição de 113,9%. Das classes de cobertura do solo que mais aumentaram, destacam-se as áreas de mimosas (*Acacia dealbata*) que aumentou mais de 140ha, e de austrália (*Acacia melanoxylon*), que de espécie residual passou a ocupar mais de 30ha.

A proliferação destas espécies com aumentos de 77,7% e 97,7%, respectivamente, neste curto período de tempo, tem sido um factor de preocupação pelas alterações que introduzem nos ecossistemas. Posteriormente, serão analisadas com maior detalhe as modificações registadas nestas classes, observando as dinâmicas de alteração relativas a cada uma delas.

A substituição de povoamentos puros de *Quercus robur* por matagais numa área tão extensa (242ha) fica a dever-se à predominância que o estrato arbustivo desenvolveu neste período, substituindo as manchas dos carvalhais jovens (ver Figura 5). Constatase, ainda, que alguns carvalhais puros, classificados em 1995, aparecem, em 2007, consociados em povoamentos mistos com resinosas, o que poderá traduzir a substituição gradual das folhosas nestes locais.

Analisando, em termos percentuais, as alterações globais (ganhos e perdas) observa-se que a maior transformação ocorreu na classe de matos com regeneração de carvalho, como se apresenta na Figura 6.

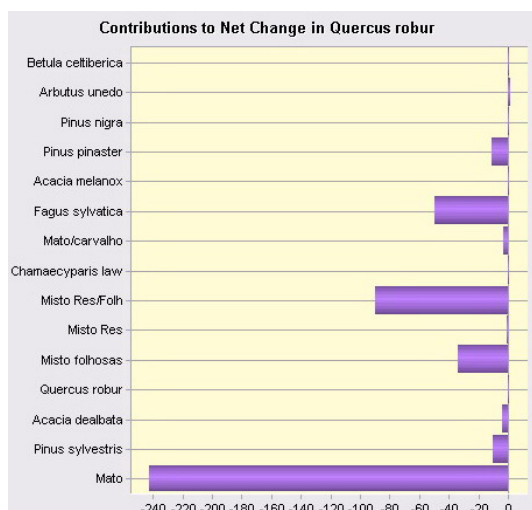


Figura 5 - Contributos para a alteração da classe *Quercus robur* (ha)

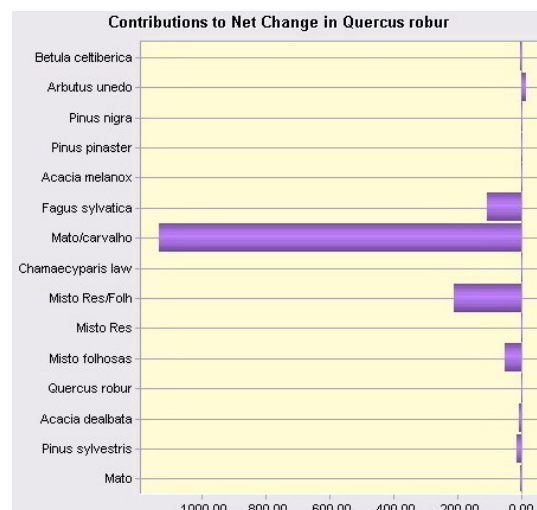


Figura 6 - Contributos para a alteração da classe *Quercus robur* (em % das alterações)

O aumento das áreas de *Acacia dealbata* (ver Figura 7) foi feito essencialmente por ocupação das áreas de pinheiro bravo (72ha) e de matos (68ha). Analisando o balanço global das alterações do acacial (ganhos e perdas - ver Figura 8), verifica-se que, das áreas alteradas, estas se devem à redução da mancha de pinheiro bravo em 20,2%, de povoamentos mistos de resinosas em 14% e da área de matos em 1,85% com consequente substituição pela acácia. A redução, em alguns locais, das áreas de acácia fica a dever-se ao aumento das áreas mistas de folhosas em 6%.

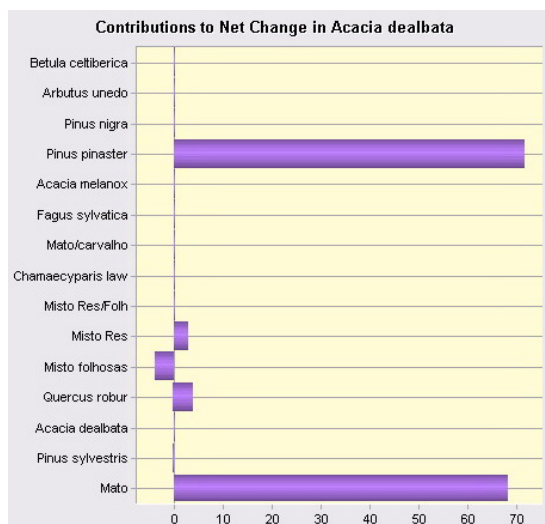


Figura 7 - Contributos para a alteração da classe *Acacia dealbata* (ha)

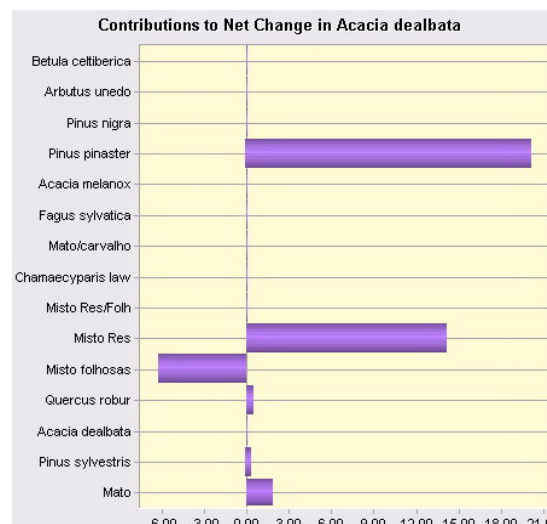


Figura 8 - Contributos para a alteração da classe *Acacia dealbata* (em % das alterações)

O aparecimento da *Acacia melanoxylon* (ver Figura 9) fez-se, tal como para a *Acacia dealbata*, pela substituição de áreas de pinheiro bravo (29ha), sendo que essas alterações correspondem a cerca de 8% de diminuição de pinhal no balanço global dos ganhos e perdas de área de ocupação desta classe (ver Figura 10).

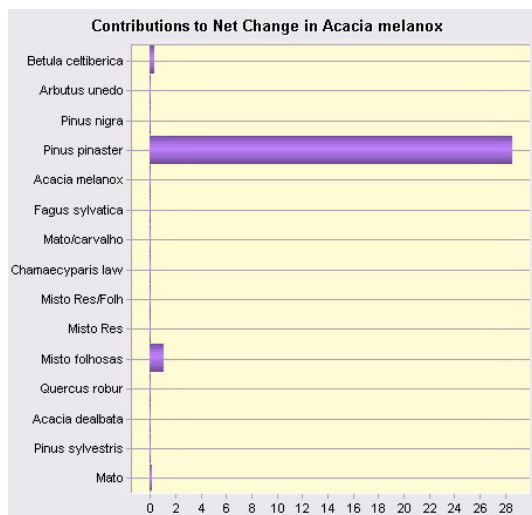


Figura 9 - Contributos para a alteração da classe *Acacia melanoxylon* (ha)

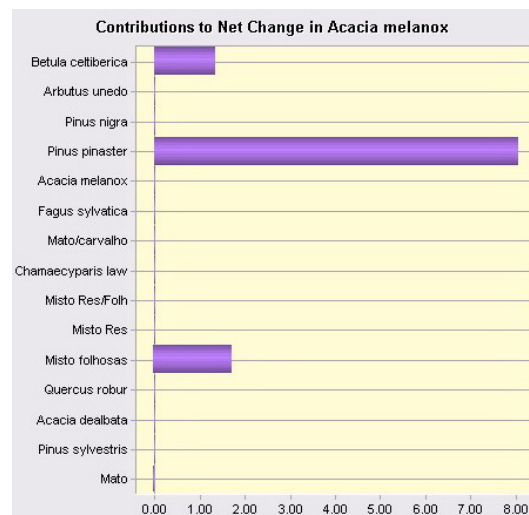


Figura 10 - Contributos para a alteração da classe *Acacia melanoxylon* (em % das alterações)

Apesar das áreas, em termos absolutos, não ter variado muito relativamente aos povoamentos de Pinheiro bravo (354,96ha em 1995 e 352,44ha em 2007), assim como para as zonas de matos (3694.4ha em 1995 e 3789,54ha em 2007) (ver Tabela 1), a distribuição espacial sofreu grandes alterações (ver Figura 2) que importa salientar. No caso dos matos, observou-se que algumas áreas substituíram antigos carvalhais, e que noutros locais, os matos foram substituídos quer pelo pinheiro bravo quer pela *Acacia dealbata*, como anteriormente referido. A variação espacial dos povoamentos de pinheiro bravo ficou a dever-se a aumentos em áreas de matos e a diminuições devidas à proliferação das duas espécies de acácias.

3.2 – Potencial de transição e predição das alterações

O módulo LCM permite fazer a predição das alterações da cobertura do solo por modelação da transição potencial. Para o efeito, as transições potenciais, para dado momento, podem ser agrupadas em sub-modelos e o poder potencial de variáveis explicativas pode ser explorado.

As variáveis podem ser adicionadas ao modelo, quer como componentes estáticos ou quer como dinâmicos. Enquanto as variáveis estáticas são inalteráveis ao longo do tempo, expressando aspectos da aptidão fundamental para a transição em consideração, as variáveis dinâmicas são temporalmente dependentes, como por exemplo a proximidade a infra-estruturas, e são recalculadas ao longo do tempo no decurso de uma previsão.

Considerando, para a área de estudo, que as transições resultam das mesmas forças motrizes subjacentes, foram agrupadas no mesmo sub-modelo as 5 classes de ocupação que mais alterações sofreram entre 1995 e 2007 (Matos, *Quercus robur*, *Acacia dealbata*, *Pinus pinaster*, *Misto de resinosas e folhosas*).

Após realizar o teste do poder explicativo de algumas variáveis, introduziram-se, no modelo, para além do mapa de alterações observado entre 1995 e 2007, a variável distância às perturbações observadas, a distância à classe acácia e o modelo digital do terreno.

A modelação das transições, feita com base em redes neurais (*Multi-Layer Perceptron* – MLP), originou uma projecção apresentada numa série de 12 mapas de probabilidade condicional entre as classes consideradas.

O procedimento padrão, para determinar as alterações que ocorrerão no futuro, foi feito por cadeias de *Markov*. Este procedimento analisa duas classificações da cobertura do solo em diferentes datas e simula a predição do estado de um sistema em determinado tempo (Luijten, 2003). O LCM recorre ao módulo *MARKOV* de análise de séries temporais do IDRISI. A aplicação deste módulo às séries cronológicas da área de estudo produz, como resultado, uma matriz de probabilidades de transição entre todas as classes de ocupação do solo (Tabela 2) e uma matriz de áreas de transição onde se indica a área que pode sofrer transformações (Tabela 3).

Tabela 2. Transição de áreas esperada entre as classes de ocupação do solo (2007-2015)

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	38920	25	462	921	185	0	0	38	185	21	0	1257	0	21	4
2	136	361	0	25	2	0	0	3	0	86	0	48	0	0	12
3	0	0	1650	0	300	0	0	0	0	1	0	92	0	0	0
4	1383	41	14	1966	200	1	517	0	5	227	3	0	0	0	0
5	366	153	65	0	256	20	106	0	87	0	21	0	0	0	21
6	11	4	4	0	7	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0
7	101	17	0	0	0	0	401	39	0	0	0	950	0	0	0
8	2	0	0	15	0	0	0	86	0	9	0	0	0	0	10
9	0	0	0	0	0	0	0	0	517	0	0	0	0	0	0
10	157	90	0	0	0	0	0	0	0	824	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	281	29	0	0	0
12	402	0	715	6	116	0	199	0	94	1	276	2103	0	0	6
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	0	0
14	2	0	0	3	0	0	9	0	0	0	0	6	0	0	0
15	36	2	0	0	0	0	24	2	0	0	1	0	0	0	13

Tabela 3. Matriz de probabilidades de transição entre classes de ocupação do solo (2007-2015)

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.9259	0.0006	0.011	0.0219	0.0044	0	0	0.0009	0.0044	0.0005	0	0.0299	0	0.0005	0.0001
2	0.2023	0.5365	0	0.0365	0.0036	0	0	0.0048	0	0.1276	0	0.0715	0	0	0.0172
3	0	0	0.807	0.0002	0.147	0	0	0.0001	0	0.0006	0	0.045	0	0	0
4	0.3174	0.0094	0.0033	0.4513	0.0459	0.0002	0.1186	0	0.0011	0.0522	0.0006	0	0	0	0
5	0.334	0.1394	0.0596	0	0.2338	0.0186	0.097	0	0.0797	0	0.0187	0	0	0	0.0192
6	0.3124	0.0984	0.1228	0	0.1903	0.1472	0	0	0	0	0	0.1289	0	0	0
7	0.0667	0.0112	0	0	0	0	0.2661	0.0258	0	0	0	0.6301	0	0	0
8	0.0187	0	0.0004	0.127	0	0	0	0.7033	0	0.0697	0	0.0009	0	0	0.08
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	0.1464	0.0839	0	0	0	0	0.0004	0	0	0.769	0.0003	0	0	0	0
11	0	0	0	0.0001	0.0952	0	0	0.0001	0	0.0004	0.8185	0.0856	0	0	0
12	0.1026	0	0.1826	0.0015	0.0295	0	0.0508	0	0.0239	0.0002	0.0704	0.5369	0	0	0.0016
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
14	0.1194	0	0	0.1375	0	0	0.4325	0	0	0	0	0.3105	0	0	0
15	0.4651	0.0219	0	0.0003	0	0	0.3071	0.0211	0.0054	0	0.0136	0	0	0	0.1654

As predições, para um momento futuro, foram feitas com bases na matrizes de probabilidade anteriormente calculadas.

No caso em estudo, projectou-se a ocupação para 2015, a partir da situação em 1995 e em 2007. A projecção resultante para um período de 8 anos, por ser um espaço temporal

relativamente curto, apenas produz alterações mais evidentes nas classes de ocupação do solo que maiores modificações sofreram entre 1995 e 2007. As classes que aparecem com maiores variações (acréscimo) são essencialmente as classes das Acácias, como se apresenta na Figura 11c.

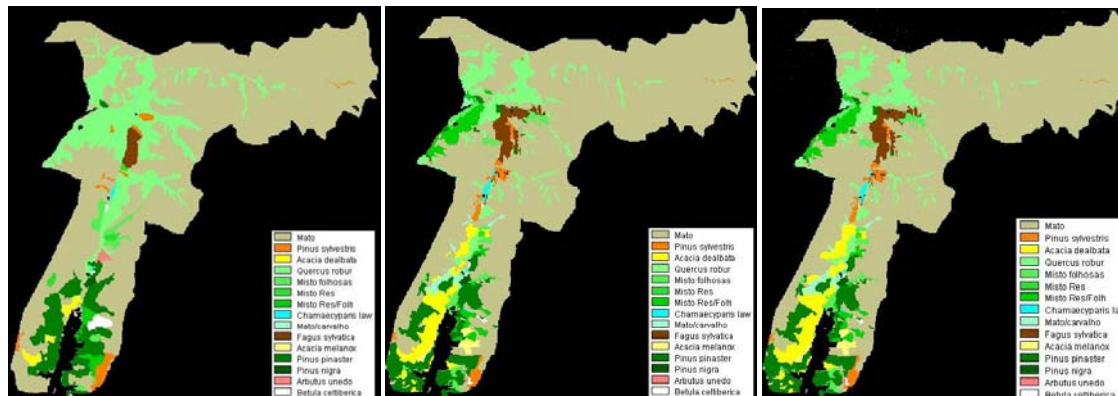


Figura 11 - Projecção para 2015 (c) baseado na ocupação do solo de 1995 (a) e 2007 (b)

3.3 - Análise da estrutura horizontal da paisagem

Na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos relativamente aos cálculos das principais métricas da paisagem, geradas pelo módulo *Patch Analyst 4* para ArcGis 9.x, para as duas datas de referência, 1995 e 2007. Os valores são apresentados para a paisagem no global e para as três classes (3, 4 e 11), cujas alterações foram mais pronunciadas, proporcionalmente à sua área de ocupação, de acordo com o descrito anteriormente.

Fazendo uma análise sumária dos resultados, constata-se que o número de parcelas (NumP) praticamente duplicou entre as duas datas, com 251 parcelas em 2007, contra 126 em 1995.

O número de parcelas pode influenciar em grande medida os processos ecológicos das paisagens, condicionando as interações que se estabelecem entre as populações que compõem essa paisagem. Os resultados mostram que há uma maior fragmentação da paisagem em 2007 e, conseqüentemente, uma diminuição da área média (MPS).

Contudo, tal não sucede nas classes referentes às Acácias (3 e 11), o que indica que estas espécies estão a proliferar, uma vez que o número de parcelas aumenta (classe 3) ou se mantém (classe 11) e a área média destas manchas também aumenta.

Também o índice da maior parcela (LPI) é superior em 2007 relativamente a 1995, o que se verifica também para cada uma das classes individuais. Este índice representa a percentagem de paisagem que a maior parcela tem (se o valor fosse 100 % a maior parcela conteria toda a paisagem). No caso em estudo, a maior parcela é ocupada por matos, como se apresenta explicitamente na Figura 3, pelo que se afere que a área contínua numa só parcela com esta ocupação aumentou significativamente.

Tabela 4. Índices da paisagem calculados para as coberturas do solo de 1995 e 2007

Nome estatístico	SIGLA	1995	2007	1995	2007	1995	2007	1995	2007
Métricas de área		<i>Classes</i>	<i>todas</i>	<i>todas</i>	3	3	4	4	11
Área de cada classe (ha)	CA	-	-	40.68	183.06	834.48	390.06	0.72	30.78
Área total da paisagem (ha)	TLA	5207.94	5207.94						
Percentagem da paisagem (%)	ZLAND	-	-	0.78	3.52	16.02	7.49	0.01	0.59
Índice da maior parcela (%)	LPI	55.67	71.41	0.36	2.34	11.40	4.38	0.01	0.34
Densidade de parcelas e métricas de tamanho									
Número de parcelas	NumP	126.00	251.00	5.00	18.00	22.00	84.00	3.00	3.00
Área média das parcelas	MPS	41.33	20.75	8.14	10.17	37.93	4.64	0.24	10.26
Coefficiente de variação	PSCoV	652.47	1131.36	93.91	272.20	332.55	533.16	88.39	50.27
Desvio padrão da área da parcela	PSSD	269.68	234.74	7.64	27.68	126.14	24.76	0.21	5.16
Métricas de fronteira									
Somatório dos comprimentos de segmentos de fronteira (m)	TE	244170.00	300750.00	7380.00	31440.00	102840.00	95700.00	540.00	6000.00
Densidade de fronteiras	ED	46.88	57.75	1.42	6.04	19.75	18.38	0.10	1.15
Métricas de forma									
Índice de forma médio	MSI	1.56	1.60	1.38	1.64	1.95	1.57	1.01	1.63
Índice de forma médio ponderado pela área das parcelas	AWMSI	5.22	6.42	1.61	2.66	5.11	3.58	1.02	1.58
Dimensão fractal da parcela média	MPFD	1.07	1.08	1.06	1.09	1.10	1.07	1.00	1.08
Índice de forma da paisagem	LSI	8.46	10.42	2.94	3.69	6.10	5.88	2.72	2.90
Métricas de diversidade e interdispersão									
Distância média ao vizinho mais próximo (m)	MNN	282.50	186.50	169.55	122.95	213.24	72.13	502.62	310.00
Índice médio de proximidade	MPI	771.39	1680.10	4.45	46.91	886.84	29.51	0.02	22.34
Índice de inter-dispersão e justaposição (%)	IJI	43.61	59.20	20.45	62.05	24.15	27.13	0.00	51.80
Índice de diversidade de Shannon	SDI	1.02	1.13						
Índice de diversidade de Simpson	SIDI	0.47	0.46						
Índice de equidade de distribuição de Shannon	SEI	0.38	0.42						
Índice de equidade de distribuição de Simpson	SIEI	0.50	0.49						
Índice de diversidade de Simpson modificado	MSIDI	0.63	0.61						
Índice de equidade de Simpson modificado	MSIEI	0.23	0.23						

Quanto às métricas de fronteira, observa-se, como seria de esperar, que quanto maior o número de parcelas, maior o comprimento das linhas de fronteira (TE), e a densidade de fronteiras (ED=TE/TLA) traduzindo uma maior fragmentação da paisagem em 2007.

A complexidade das paisagens pode ser aferida pelas métricas de forma da paisagem. O Índice de forma médio (MSI) representa a relação entre o perímetro e área das manchas. O MSI aproxima-se de 1 quanto mais circulares forem as parcelas (no caso da análise de polígonos) ou quadradas (no caso de *Grids*) e aumenta com o acréscimo da irregularidade das parcelas. Os resultados globais, das duas paisagens, são muito aproximados, apenas se registando uma maior diferença na classe de *Acacia melanoxylon*, cujas manchas evoluíram para parcelas muito mais irregulares. O Índice de Forma Médio ponderado pela área das parcelas (AWMSI) baseia-se na relação entre o perímetro e área das manchas, tal como o MSI, mede a complexidade da forma das parcelas, mas afectado por uma ponderação em função da dimensão de cada parcela. Tal como o MSI, também este indica para um aumento da complexidade, excepto para as manchas de carvalho (classe 4), o que se explica pelo facto da dimensão média da área das parcelas (MPS) ser muito inferior em 2007, relativamente a 1995. O Índice de

forma da paisagem (LSI) é a razão entre o somatório de todas as linhas de fronteira pelo total da área. O seu comportamento segue o padrão analisado para o índice de forma médio.

A dimensão fractal da parcela média (MPFD) é outra medida de complexidade e aproxima-se de 1 para parcelas mais simples e aproxima-se de 2 para complexidades maiores. Tal como o LSI este índice indica uma baixa complexidade global da paisagem, mas crescente de 1995 a 2007 excepto na classe 4, referente ao *Quercus robur*, como atrás explicado.

A interdispersão da paisagem pode ser analisada pelas métricas de Distância Média ao Vizinho mais próximo (MNN), pelo Índice Médio de Proximidade (MPI) e pelo Índice de interdispersão e justaposição (IJI). O MNN mede o isolamento das parcelas. Quanto maior a distância entre as parcelas maior o seu isolamento e logo, mais fragmentada é essa paisagem. Coerentemente com as considerações feitas anteriormente, constata-se que a paisagem global aumenta a sua distância entre parcelas e portanto uma maior fragmentação em 2007.

O Índice Médio de Proximidade (MPI) mede o grau de isolamento e fragmentação da paisagem entre parcelas da mesma classe, numa vizinhança determinada (por defeito 1000 metros). Tal como o MNN, o MPI utiliza a estatística do vizinho mais próximo no seu algoritmo (Rempel, 2008). Uma vez que este índice avalia a conectividade da paisagem, quanto mais isoladas estão as parcelas de determinada classe e quanto mais fragmentada é a distribuição nas várias classes, menor é o valor do índice. No caso em estudo, como se apresentou na Tabela 4, o ano de 1995 apresenta uma conectividade mais baixa do que o de 2007. Analisando as classes em estudo (3,4 e 11) individualmente, conclui-se que as classes de acácias aumentam a sua conectividade, como já tinha ficado patente.

O Índice de Interdispersão e Justaposição (IJI) mede a adjacência das parcelas de cada classe em relação aos seus vizinhos (parcelas das outras classes), variando de 0 a 100. Quanto maior for o valor do índice, maior é a proporcionalidade de adjacência de todas as parcelas das classes que compõem a paisagem. Como se observa a paisagem em 2007 apresenta uma adjacência mais equitativa das parcelas (59,2%) do que a paisagem de 1995 (43,61%).

A diversidade da paisagem pode ser examinada de acordo com vários índices (Tabela 4). O mais comum é o Índice de Diversidade de Shannon (SDI), que mede a diversidade relativa das parcelas. O índice é igual a 0 (zero) quando a paisagem só contém uma classe de parcelas, aumentando à medida que aumenta o número de classes, ou aumenta a distribuição proporcional das diversas classes. Constata-se, dos resultados, que a diversidade da paisagem em 2007 é superior à de 1995, estando em acordo com os resultados obtidos para os índices anteriormente apresentados, uma vez que em 2007 o valor da interdispersão (IJI) é maior, o índice médio de proximidade (MPI) é maior e, consequente, é menor a distância ao vizinho mais próximo (MNN), sendo este resultado confirmado pelo índice de equidade de distribuição de Shannon (SEI). Este índice mede a distribuição das parcelas bem como a sua abundância, sendo igual a 0 quando a distribuição das parcelas é baixa (nenhuma diversidade) e aproximando-se de 1 quando a distribuição se torna mais regular, isto é, as abundâncias proporcionais são iguais para todas as classes.

4 - CONCLUSÕES

O presente estudo mostrou que a estrutura da ocupação vegetal da Mata Nacional da Peneda Gerês se está a alterar rapidamente. A análise feita à dinâmica das alterações da ocupação do solo evidenciou que algumas classes de ocupação do solo variaram significativamente, se considerarmos o curto hiato de tempo (12 anos) em que estas se observaram. Com maior relevo destaca-se o aumento das áreas ocupadas por espécies consideradas invasoras (*Acacia dealbata* e *Acacia melanoxylon*) uma vez que, de acordo com as predições feitas para 2015, são aquelas que maior potencial têm para aumentar. Este facto pode induzir ainda mais profundas alterações à estrutura espacial e dinâmicas da paisagem, uma vez que são reconhecidas as fortes capacidades destas espécies para criar desequilíbrios nos ecossistemas.

A avaliação comparativa das diversas métricas calculadas confirmou as significativas diferenças existentes nas duas paisagens estudadas. A maior fragmentação, com redução da área média das manchas de cada classe vegetal e consequente diminuição da continuidade do mesmo tipo de coberto poderá conduzir a perdas importantes de biodiversidade e mesmo do valor paisagístico desta paisagem.

5 - REFERÊNCIAS

Anónimo (1995). RCM nº 134/95, de 11 de Novembro.

Bresee, Mary K.; Moine, Jim Le; Mather, Stephen; Brosfokske, Kimberley D.; Chen, Jiquan; Crow, Thomas R. and Rademacher, John (2001). Disturbance and landscape dynamics in the Chequamegon National Forest Wisconsin, USA, from 1972 to 2001. *Landscape Ecology* 19: 291–309.

Eastman, J. Ronald (2006). Idrisi Andes. Guide to GIS and Image Processing. Manual Version 15.00. Clark Labs, Clark University. USA.

Flamenco-Sandoval, Alejandro; Martínez Ramos, Miguel and Raúl Masera, Omar (2007) Assessing implications of land-use and land-cover change dynamics for conservation of a highly diverse tropical rain forest. *Biological conservation* 138, 131 – 145.

Fontes, A., 2005. - Modelação do Risco de Incêndio no Parque Nacional da Peneda Gerês; Seminário de Investigação em Geografia Física e Ambiente; Universidade do Minho/PNPG; Guimarães.

ICN (1995). Plano de Ordenamento do Parque Nacional da Peneda-Gerês. Relatório de Síntese. PARQUE NACIONAL DA PENEDA-GERÊS. Instituto da Conservação da Natureza. Braga.

López, Erna; Bocco, Gerardo; Mendoza, Manuel and Duhau, Emilio (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe. A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and Urban Planning* 55, 271- 285.

Luijten, J.C. (2003). A systematic method for generating land use patterns using stochastic rules and basic landscape characteristics: results for a Colombian hillside watershed. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95, 427–441.

O'Neill, R., Krummel, J., Gardner, R., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D., Milne, B., Turner, M., Zygmunt, B., Christensen, S., Dale, V., Graham, R. (1988). Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1 (3), 153-162.

Rempel, Rob (2008). Centre for Northern Forest Ecosystem Research (Ontário Ministry of Natural Resources), Lakehead University Campus, Thunder Bay, Ontario. [on-line] Disponível em: <http://flash.lakeheadu.ca/~rrempe/patch/index.html>.

Rutherford, Gillian N.; Bebi, Peter; Edwards, Peter J. and Zimmermann, Niklaus E. (2008). Assessing land-use statistics to model land cover change a mountainous landscape in the European Alps. *Ecological modelling*, 212, 460–471.

Tischendorf, Lutz (2001). Can landscape indices predict ecological processes consistently? *Landscape Ecology* 16: 235–254.

Verburg, · Peter H.; Eickhout , · Bas and Meijl, Hans van (2008). A multi-scale, multi-model approach for analyzing the future dynamics of European land use. *SPECIAL ISSUE PAPER. Ann Reg Sci* 42:57–77.

Parte VII

e-Government

O diagnóstico e as propostas no desenvolvimento de SIG municipais na região da VALIMAR ComUrb

Alonso, J. ⁽¹⁾; Castro, P. ⁽²⁾; Rey Graña, J. ⁽¹⁾; Machado, S. ⁽¹⁾; Fernandes, S. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ *Escola Superior Agrária de Ponte de Lima do Instituto Politécnico de Viana do Castelo*
Refoios do Lima
4990-706 Ponte de Lima
Tel: (+ 351) 258 909 740
Fax: (+ 351) 258 909 779;
malonso@esa.ipvc.pt
<http://www.esa.ipvc.pt>

⁽²⁾ *Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo*
Avenida do Atlântico, Apartado 574
4900-348 Viana do Castelo
Tel: (+ 351) 258 819 700
Fax: (+ 351) 258 827 636
pmc@estg.ipvc.pt
<http://www.estg.ipvc.pt>

Resumo

A integração física e funcional dos SIG, na medida da sua relação com os outros SI e as TIC, facilita a mobilidade, a partilha e o acesso à informação geográfica ao nível do quadro institucional e empresarial e a respectiva disponibilização à sociedade ou comunidades. Ao articular dados, pessoas, tecnologias, normas e políticas, estes sistemas contribuem para o desenvolvimento económico e para a melhoria das acções de governança, promovendo a participação, a responsabilização social e, neste sentido, a sustentabilidade, a coesão e a integração territorial.

O desenvolvimento destes SIG implica a caracterização da situação, clarificação das representações e interesses dos diversos utilizadores e hierarquização dos objectivos. O projecto VALIMAR DIGITAL integra o desenvolvimento dos SIG municipais das autarquias de Arcos de Valdevez, Caminha, Esposende, Ponte da Barca, Ponte de Lima e Viana do Castelo e Geoportal regional da VALIMAR ComUrb. Desta forma, o diagnóstico de necessidades inclui a caracterização da estrutura, dos recursos e competências de cada instituição, no que se refere à sua potencial capacidade de implementação de SIG e da sua possível participação numa IDE regional ou local. Os resultados e as análises obtidas no quadro teórico da utilidade, do desenvolvimento e do funcionamento dos SIG municipais, suportam a apresentação de propostas de organização e do SIG municipais.

Palavras-chave: governança local; municípios

Introdução

O acréscimo e a diversidade de competências assim como a complexidade do enquadramento das relações institucionais das autarquias justificam novas formas de gestão da informação como elemento crítico para o cumprimento dos objectivos definidos pelo quadro técnico-político. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) municipais, ao contribuírem para o desenvolvimento de processos de governança digital, ajudam a melhorar a qualidade dos serviços prestados pelas autarquias, aproximam os municípios da restante administração e

agentes económicos privados, constituem um espaço de comunicação/discussão, informam e promovem a participação pública nos processos de decisão e contribuem para a modernização dos procedimentos administrativos [1].

O desenvolvimento de SIG deve funcionar como estratégias sectoriais e em fases seguintes e seguintes, territoriais. A tendência compreende a organização os SIG municipais como elemento central no desenvolvimento de Infra-estruturas de Dados Espaciais Locais (IDEL) que apresentem um elevado nível operativo à escala local. Os municípios apresentam um conjunto de competências centrais para a gestão dos espaços locais devidamente articulados com outros actores individuais e colectivos, privados e públicos []. As IDEL deverão organizar em rede os diversos níveis hierárquicos espaciais, de decisão e actores associados à acção-decisão com reflexos na rentabilização dos recursos tecnológicos, coordenação da produção e gestão das bases de dados, na formação de políticas e divulgação de normas. A articulação, a mobilidade de dados, a partilha de aplicações e nível de comunicação asseguram a agilidade e a flexibilidade necessária actualmente para os processos de desenvolvimento dos territórios. Os SIG municipais pelo papel destas instituições devem centrar-se como os principais futuros nós e elementos promotores das actuais dinâmicas de desenvolvimento das IDEL.

1. O desenvolvimento e o uso de SIG municipais

1.1 A importância das SIG municipais na gestão territorial e autárquica

Uma Infra-Estrutura de Dados Espaciais (IDE) pode ser definida como o conjunto de bases de dados espaciais em rede e metodologias de manuseamento e análise de informação, um complexo de recursos humanos, organizações e recursos tecnológicos e económicos que interagem sobre um modelo de concepção implementação, manutenção e mecanismos que facilitam a troca, o acesso e o uso responsável de dados espaciais a um custo razoável para aplicações de domínios e objectivos específicos. Na prática, o desenvolvimento da IDE é suportado na análise e gestão de sistemas, com uma visão de elementos em rede e (des)agregação hierárquica como forma de gestão da complexidade da realidade. A integração territorial resulta da facilidade de mobilidade do elemento crítico na formação do conhecimento, a informação [2].

O desenvolvimento de SIG facilita o conhecimento e o acesso à informação geográfica disponível num âmbito territorial, através de uma coordenação de serviços de integração e normalização [3], proporcionando assim, o acesso a recursos e serviços que conduzem todos os agentes (técnicos, decisores e cidadãos) a participarem de forma mais activa nos processos de tomada de decisão. O acesso público à informação espacial, nomeadamente via Web, apresenta alguns benefícios, designadamente: i) na promoção de um canal privilegiando de comunicação entre organizações públicas, privadas e os

cidadãos; ii) fornece a base para uma sociedade baseada no conhecimento; iii) permite aos cidadãos uma participação activa, e promove o conhecimento espacial [4].

As IDE possuem o potencial de promoverem e de disseminarem a utilização dos conjuntos de dados disponíveis, que são essenciais para otimizar o apoio à tecnologia espacial para o processo de tomada de decisão. Deste modo, a implementação de um Geoportal revela-se um meio adequado para (com)provar as potencialidades e funcionalidades associadas à disponibilização de dados georreferenciados, e para demonstrar as vantagens competitivas, para as instituições e territórios, em desenvolver e disponibilizar informação espacial [5].

As dependências crescentes entre as diversas componentes e escalas dos sistemas territoriais acompanham os actuais níveis de formação e aplicação de conhecimento, apresentam impactes sobre o desenvolvimento de novos modelos de organização social, dos sistemas de informação e das tecnologias de comunicação. Neste quadro, a dimensão espacial das Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica (C&TIG) pode potenciar a capacidade de compreensão das realidades e a melhoria dos processos de acção e decisão associadas. Os SIG, ao articular dados, pessoas, tecnologias, normas e políticas podem contribuir para o desenvolvimento económico, a melhoria das acções de governança, promovendo a participação, a responsabilização social e neste sentido, a sustentabilidade, a coesão e a integração dos territórios.

1.2 A capacidade de implementação e o desenvolvimento de SIG municipais

O desenvolvimento de um SIG depende da capacidade de inovação e difusão a nível regional e no quadro institucional. Neste quadro, a capacidade de implementação relaciona-se com o desenvolvimento do conhecimento, de competências e atitudes de grupos de pessoas e de indivíduos, relevantes na concepção, no desenvolvimento, na gestão e na manutenção das infra-estruturas operacionais e nos processos institucionais [3].

O objectivo fundamental da capacidade de implementação consiste na melhoria da capacidade de avaliação e de condução de aspectos determinantes relacionadas com as opções políticas e estratégias desenvolvidas muito dependentes da percepção dos potenciais ambientes por parte dos indivíduos e instituições envolvidas. A capacidade de implementação inclui:

- i) o desenvolvimento de recursos humanos, o processo de fornecer aos indivíduos compreensão, competências e acesso à informação, conhecimento e formação para permitir a execução eficaz das suas funções e ostentação dos seus interesses;
- ii) o desenvolvimento organizacional, a elaboração de estruturas, processos e procedimentos de gestão, na organização e na gestão de relações entre diferentes organizações e sectores (público, privado e a comunidade);

iii) e a divulgação e formação da estrutura legal e institucional, que reforça a capacidade das organizações, assim como num contexto facilitador dos processos e obrigações do quadro humano de suporte [2].

No caso dos SIG em particular, o conceito de capacidade de implementação refere-se a melhorias na capacidade de todas as partes envolvidas para executar apropriadamente funções no contexto do conjunto abrangente dos princípios da iniciativa.

2. Metodologia

Na continuidade de processos anteriores e paralelos, a VALIMAR ComUrb e os municípios de Arcos de Valdevez, Esposende, Caminha, Ponte da Barca, Ponte de Lima e Viana do Castelo associados, desenvolveram no projecto VALIMAR DIGITAL (Programa Operacional Sociedade Conhecimento POS_C) um diagnóstico, propostas e intervenções nos SIG municipais.

O diagnóstico incluiu a caracterização, por inquérito e entrevista, da estrutura, dos recursos e competências de cada instituição, no que se refere à sua potencial capacidade de implementação de SIG e da sua possível participação numa IDE regional ou local. Neste âmbito criou-se um grupo de trabalho técnico com o objectivo de avaliar as condicionantes e oportunidades, propor os investimentos e estratégias e divulgar internamente à parceria o uso destes instrumentos. Este projecto resulta destas dinâmicas em articulação com outras opções e práticas estabelecidas para a melhoria dos sistemas de informação, da governação e disponibilização ágil de serviços autárquicos a todos os utilizadores.

Assim neste projecto pretendeu-se desenvolver um conjunto de actividades que usam o desenvolvimento de SIG e Geoportais municipais para responder às necessidades e objectivos do próprio município mas, acima de tudo, contribuam para desenvolver produtos e serviços de governança com vantagens internas, para o quadro institucional da administração, tecido económico e munícipes em particular.

2.1 A recolha de informação, a estrutura e realização do inquérito

A primeira fase da implementação de um SIG compreende a análise de necessidades, a qual visa o estudo do estado actual do desenvolvimento e funcionamento do SIG no quadro da organização e funções da autarquia, através da respectiva visão dos decisores políticos e técnicos, ao inventariar os recursos, capacidades e interesses dos utilizadores. Para tal foi desenvolvido um inquérito o qual engloba questões de forma a avaliar as opções prioritárias estabelecidas pelo poder político da autarquia no quadro geral das alternativas que traduzem a complexidade associada ao SIG municipal.

Com a análise técnica, pretendeu-se a caracterização das componentes associadas, designadamente a descrição da organização, dos recursos humanos, das

tecnologias de informação geográfica, dos dados, das normas e das políticas de gestão de informação. Este inquérito foi entregue a um técnico de cada município envolvido no projecto, sendo da responsabilidade deste a elaboração do inventário das componentes. Os inquéritos referentes à análise das experiências, representações e interesses individuais e institucionais, foram entregues, respectivamente, ao político e aos diversos técnicos directamente relacionados com a área das TIG.

2.2 A organização e análise dos dados do inquérito

As respostas aos inquéritos permitiram caracterizar cada organização no que respeita às disponibilidades de recursos passíveis de serem incorporados no SIG municipal. Deste modo, a análise dos resultados do inquérito realizado respeitou as componentes do SIG municipal, designadamente:

- i. *os recursos humanos*; caracterização directa e indirecta das capacidades e competências dos mesmos; como variáveis fundamentais para a caracterização do perfil dos recursos humanos considerou-se a faixa etária e o nível habilitacional; realizou-se uma análise de parâmetros, tais como a idade e a formação profissional, para o universo dos municípios; relativamente aos recursos humanos que trabalham directamente com as TIG, foram caracterizadas as competências na área dos SIG e a potencial capacidade de adaptação a processos de inovação resultantes da sua implementação
- ii. *os dados*; inventariação do tipo de bases de dados existentes e o grau de espacialização das mesmas, assim como a sua estruturação e as características inerentes à informação disponibilizada; caracterização do seu carácter espacial ou não espacial, assim como a sua possibilidade de estruturação; na realização da caracterização foi considerada a quantidade e a sua qualidade para utilização no âmbito municipal versus o potencial acesso a bases de dados espaciais;
- iii. *as tecnologias*; análise a todas as TIC existentes em cada município; a caracterização das TIG foi realizada em termos *hardware* (tipologia do equipamento, o acesso a redes, servidores cartográficos) e *software* (as existências que possibilitem iniciar um trabalho de captura, análise, edição de informação e de desenvolvimento de aplicações);
- iv. *as normas*; análise do conhecimento e utilização das normas existentes, de regulamentos e orientações externas na gestão da informação;
- v. *as políticas de gestão de informação*; avaliação da relação com a estratégia municipal de gestão da informação, de comunicação da informação, ao nível da aquisição, mobilidade interna e externa da informação, do licenciamento e da acreditação das bases de dados, no que se refere aos direitos de autor, propriedade intelectual e confidencialidade dos dados.

No que se refere às experiências, representações e interesses individuais e institucionais, foi realizada uma análise das respostas obtidas pelos decisores políticos e técnico, sendo posteriormente realizada uma comparação entre estes dois corpos e os municípios.

2.3 A natureza e organização das propostas

Ao nível das propostas desenvolveu-se um modelo de SIG municipal, identificando e remetendo para a necessidade de hierarquizar as possíveis áreas de aplicação. Deste modo, as propostas foram organizadas de acordo com as fases do projecto (fase de diagnóstico, análise e concepção; fase de implementação e operacionalização e fase de manutenção e suporte) e de acordo com as componentes reconhecidas (recursos humanos e organização, dados, tecnologias, normas e políticas de gestão).

3. Apresentação e análise de resultados

3.1 As características e as representações dos actores

Os resultados do diagnóstico mostram um interesse reconhecido dos SIG quer para os decisores políticos, técnicos superiores e administrativos, embora seja necessário integrar as respectivas opções e representações, manter a coordenação e a continuidade de construção do SIG municipal alargando a actual aplicação restrita a departamentos ou funções concretas.

Os diagnósticos realizados no âmbito do projecto VALIMAR DIGITAL indicam que, no quadro da organização dos sistemas territoriais, continua a verificar-se o domínio das técnicas de informação geográfica por um número limitado de indivíduos. Esta realidade não favorece a divulgação destes métodos e resulta, por norma, num grande afastamento entre os técnicos e os utilizadores regulares e directos, que continuam a reduzir-se, na prática, aos decisores de carácter técnico-político e um conjunto limitado de investigadores.

Da análise dos inquéritos conclui-se ainda a existência de algum desconhecimento sobre as reais potencialidades dos SIG no conjunto das competências e funções de um município. Por norma, o uso dos SIG reduzem-se a alguns departamentos e direccionam-se para a produção cartográfica, reduzindo significativamente as potencialidades destes sistemas. No que se refere aos recursos humanos a capacitação ao nível da produção, da gestão da informação geográfica e da gestão de projectos estão limitados a número reduzido de utilizadores. Ao mesmo tempo as competências em CAD e Cartografia são mais alargadas. Por fim, no que respeita à orgânica dos municípios, verifica-se a existência de estruturas relativamente incompatíveis com a incorporação dos SIG, onde as suas experiências de uso são de natureza pontual.

Os resultados demonstram, entre outros aspectos: i) o interesse na implementação dos SIG municipais por parte dos políticos e dos técnicos; ii) a necessidade de clarificar e definir opções institucionais; iii) a visão geralmente redutora das potencialidades destes sistemas; iv) a importância das experiências e recursos residentes em áreas convergentes como seja o CAD, a Topografia e Cartografia (Digital); v) o (des)ajustamento das estruturas organizacionais relativamente à incorporação dos SIG municipais.

Nas diversas fases e componentes de intervenção definidos no modelo de desenvolvimento, as propostas realçam a importância da: i) capacitação institucional por formação, (re)organização dos serviços e instalação de tecnologias; ii) integração dos resultados de projectos e experiências anteriores; iii) implementação de aplicações para o licenciamento urbanístico, a gestão de património e infra-estruturas municipais em paralelo à formação de sistemas de informação ambiental e turísticos. As diferentes áreas de aplicação devem ser pensadas numa óptica de parceria entre município e as restantes estruturas de administração local, o sector empresarial e associativo, numa salvaguarda pelas competências, responsabilidades e recursos com vista à sustentabilidade dos SIG municipais e à respectiva evolução e participação nas IDE locais.

Na continuidade dos trabalhos realizados verifica-se a necessidade de desenvolvimento das diversas componentes com vista à simplificação administrativa e a integração gradual dos SIG com os restantes SI. Ao nível dos processos pretende-se desmaterializar, agilizar e simplificar o relacionamento entre os organismos e, principalmente, entre o Estado, o cidadão e o sector empresarial.

3.3 Propostas de desenvolvimento

A proposta de SIG Municipal incorpora um conjunto de acções incidentes sobre diversas fases (de implementação, operacionalização e de manutenção e suporte), seguida da definição do quadro organizacional de apoio ao projecto e de acções de formação específicas para os diversos utilizadores. Para cada proposta realizada foram identificados os potenciais responsáveis e parcerias a envolver.

3.3.1 Fase de diagnóstico, análise e concepção

Numa primeira fase de diagnóstico análise e concepção é necessária a definição do contexto institucional, legal, financeiro e tecnológico, e o diagnóstico da estrutura, dos recursos e dos interesses internos de cada município. No total, é também importante a definição, proposta e discussão do(s) objectivo(s) de âmbito (supra)municipal e planeamento inicial do projecto, a análise SWOT e análise de custo e benefícios do(s) (sub)projecto(s).

3.3.2 Fase de implementação e operacionalização

Na fase de implementação e operacionalização as propostas organizam-se na lógica das componentes reconhecidas pelo que, após uma fase inicial de apresentação e discussão sobre a visão, a missão e o âmbito do SIG municipal, deve ser constituída uma *task force* multidisciplinar e transversal, assim como definição da missão e competências da mesma. Tendo em conta o funcionamento de uma organização com competências diversificadas e abrangentes e a estrutura organizacional dos serviços, o projecto deverá ser autonomizado face à estrutura funcional.

Ao nível dos recursos humanos é necessária a identificação dos utilizadores e utilizações actuais e potenciais para possibilitar a apresentação do plano, candidatura e operacionalização de acções de formação internas e informação externas. Ainda neste plano, é necessária a identificação e organização das parcerias para o desenvolvimento do SIG e a definição de um plano de avaliação e gestão da qualidade.

No que se refere às bases de dados, é proposta a implementação de uma rede de triangulação local, de apoio à formação de bases de dados georreferenciados ao nível do município. Neste contexto, é importante a aquisição e a partilha de orto-imagens, da toponímia, rede viária e números de polícia e a conversão, validação e discriminação da cartografia em bases de dados geográficas de referência e temáticas.

Ao nível da cartografia temática, é proposta a produção e sistematização bases de dados de planeamento e ordenamento municipal, de protecção ambiental e risco ambiental, em conjunto com a produção e gestão de bases de dados sobre o urbanismo. Ainda ao nível da cartografia temática, são necessárias as propostas e a criação de parcerias para o inventário e cadastro temáticos.

Ao nível das tecnologias, as propostas compreendem a avaliação da rede informática, para posterior aquisição de equipamentos informáticos para gestão de bases de dados, captura e organização de bases de dados, de análise e modelação espacial, de edição e visualização geográfica e softwares associados à segurança do sistema.

No que se refere às normas, seria importante a diferenciação dos utilizadores internos e externos de acordo com as suas características e interesses, a qual vai permitir a posterior elaboração de protocolos com os diversos utilizadores e utilizações. Para tal é importante o envolvimento do departamento jurídico da autarquia. Neste sentido, a elaboração de protocolos e regulamentos para definir quem pode aceder à informação, quem pode escrever sobre a informação e por quem pode ser validada. Por outro lado, é importante a criação de regulamentos para a definição dos requisitos básicos sobre o formato da informação que chega à autarquia para ser integrada no sistema, para a diferenciação dos diversos utilizadores internos e externos. Esta deve ser feita de acordo com as suas

características, interesses e capacidades, o uso potencial da informação, o acesso de informação, política de creditação de utilizadores.

No âmbito da criação de um SIG municipal é fundamental garantir o envolvimento institucional de todas as entidades implicadas, e tal só é possível através da existência de acordos oficiais que sustentem esse compromisso. Por fim, é necessária a divulgação e formação sobre as normas ISO 19100 e orientações OGC.

No que se refere às políticas de gestão de informação, é necessário estabelecer uma política interna clara para o desenvolvimento e o funcionamento do SIG municipal. Deve proceder-se a uma recolha de legislação e preparar normas e orientações internas que prevejam a disponibilidade, a qualidade, a organização, a acessibilidade e a partilha das informação, com salvaguarda de aspectos como a confidencialidade e privacidade de dados pessoais assim como, as políticas de credenciação das bases de dados (direitos de autor ou registo de propriedade intelectual). A proposta, a discussão e a aprovação de normas e políticas apresentam relevância na funcionalidade interna, na comunicação com outros sistemas e na acumulação de um activo proporcional ao valor atribuído às bases de dados no interior e exterior do edifício.

Ao mesmo tempo torna-se importante a definição sobre os preços e o uso dos dados (domínio público versus reutilização comercial), assim como a credenciação das capacitações profissionais dos técnicos. Por fim, deve ser elaborada uma política de definição e participação em redes de desenvolvimento de SI, SIG e IDE.

3.3.3 Fase de manutenção, o suporte e sustentabilidade

Numa fase final, deve ser prevista a avaliação e monitorização do sistema, a qual deve incidir sobre a segurança e integridade dos dados, sobre a documentação e publicitação das bases de dados e sobre a integração com outros sistemas.

A avaliação de um projecto passa pela (re)definição dos respectivos objectivos e pela realização de um plano de avaliação. Desta forma, deve ser efectuada uma (re)definição do âmbito e objectivos para o sistema, assim como elaborado um plano de sustentabilidade financeiro do sistema.

3.3.4 As funções e aplicações

De acordo com a priorização de implementação são apresentadas as diversas aplicações a desenvolver tanto no âmbito do município como de âmbito supra-municipal: i) processamento e edição de cartografia; ii) informação e gestão ambiental, planeamento e ordenamento do território; iii) consulta e análise de planos municipais e de ordenamento do território; iv) gestão de processos de obra particulares (urbanização) (licenciamento); v) gestão de cadastro (rústico e urbano); vi) gestão financeira ligada ao cadastro e ao Imposto Municipal sobre

Imóveis (IMI); vii) gestão de toponímia e números de polícia; viii) gestão do património municipal; ix) gestão de infra-estruturas; x) gestão da rede viária; xi) gestão das redes e equipamentos colectivos; xii) sistema de informação turística; xiii) gestão de recolha de resíduos; xiv) segurança e protecção civil; xv) gestão de tráfego e planeamento de transportes;

Embora a possibilidade e as vantagens de afectar os mesmos recursos humanos, tecnológicos a diversas aplicações, deve ser feita uma priorização aplicações do SIG municipal baseada no potencial retorno dos investimentos ou nas respostas às obrigações legais.

4. Considerações finais

Este projecto apresenta-se como um exemplo de implementação dos SIG municipais nos municípios com vista na sua integração como elemento central numa IDE local, uma vez que estes apresentam um conjunto e competências que podem e devem constituir-se como a base para uma futura gestão dos espaços locais.

Os municípios apresentam um conjunto de competências que constituem a futura gestão dos espaços locais. Ao nível da constituição dos SIG municipal, estes devem respeitar a heterogeneidade de dinâmicas e actores que operam neste território. A gestão da complexidade dos processos nos territórios obriga à formação, à acumulação e gestão do conhecimento, das pessoas e actividades.

Em conclusão, os SIG municipais constituem-se como uma ferramenta central na autarquia que se pretende capaz de acompanhar a evolução dinâmica e sustentável do território e desta forma dar resposta às exigências que se colocam à gestão local, nomeadamente no que respeita às imposições legais, de nível Europeu e Nacional, que resultem da Directiva INSPIRE ou da Lei n.º 56/2007 de 31 de Agosto referente à digitalização e disponibilização do planeamento municipal em Geoportal.

5. Referências bibliográficas

- [1] Alonso, Joaquim; Castro, Pedro; Gallego, Manuel; Crescente, Rafael (2006). *Avaliação do desenvolvimento de uma Infra-estrutura de Dados Espaciais Local (IDEL): situação e percursos institucionais no território de fronteira NW Portugal – Galiza*. Comunicação ESIG 2006, Oeiras.
- [2] Dias, Rui, 2006. *Infra-Estruturas Municipais de Dados Espaciais*. ISEGI – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, pp. 127.
- [3] Nunes, Joan i Alonso, 2006. *Sistemes d'informació geogràfica municipals...més enllà de la gestió*, Jornada “Els Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) per a la gestió del territori, els serveis municipals i la participació ciutadana”, Tortosa.
- [4] Bessa, Maria João, 2007. *A Gestão de Projectos de Informação Geográfica em Municípios*. Comunicação apresentada no “Curso de Gestão de Projectos SIG”, Município SA, Lisboa.
- [5] Gouveia, Luís Borges, 2004. *Local E-Government – A Governação Digital na Autarquia*. Sociedade Portuguesa de Inovação.

Sistema de Informação da Vinha e do Vinho

A gestão do Potencial Vitícola *on – line* – SiGPV

Ana Luz¹; António Lopes²

Instituto da Vinha e do Vinho, IP³

Resumo

O sistema de informação da vinha e do vinho (SIvv) foi desenvolvido com o objectivo de integrar os conteúdos e otimizar os processos de gestão relacionados com a actividade vitivinícola.

O subsistema para a gestão do potencial vitícola (SiGPV), surge da necessidade de cumprir a regulamentação nacional e comunitária para gerir e controlar a plantação de vinha. Adicionalmente, constitui uma ferramenta de caracterização (inventário) do potencial vitícola nacional e da monitorização da sua evolução, assente em informação georreferenciada.

O SiGPV dispõe de duas formas de acesso on-line, uma orientada para os utentes (*Front Office*) e, outra orientada para as entidades com atribuições na Gestão do Potencial Vitícola (*Back Office*).

Em qualquer dos ambientes os dados de parcelas de vinha compreendem a sua representação geográfica (configuração e localização) e a sua consulta e modificação recorrem a ferramentas de SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Palavras-Chave: sistema de informação da vinha e do vinho, parcelas de vinha

¹ aluz@ivv.min-agricultura.pt

² alopes@ivv.min-agricultura.pt

³ R. Mouzinho da Silveira, 5 1250-165 Lisboa

1 Introdução

Em Portugal, a vinha é uma das espécies mediterrâneas com expressão dominante, tanto em superfície cultivada como em distribuição territorial.

O seu produto mais consumido, o vinho, é o produto âncora da actividade económica duma fileira interprofissional (exploradores, proprietários, transformadores, distribuidores, exportadores, importadores, transportadores, comerciantes e consumidores) importante na economia nacional - na produção, no consumo interno e na exportação.

O IVV, IP organismo tutelado pelo Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (MADRP), desenvolve a sua actividade como entidade coordenadora do sector vitivinícola, designadamente na gestão e valorização do património vitivinícola nacional e como instância de contacto com a União Europeia para as matérias previstas na Organização Comum do Mercado Vitivinícola (OCM). No sentido de se criarem condições para uma efectiva reforma institucional do sector vitivinícola, o IVV, IP definiu como acções estruturais a reengenharia de processos e o SIvv – sistema de informação da vinha e do vinho.

O SIvv resulta da necessidade de desenvolvimento de um sistema de informação que integre os conteúdos e optimize os processos de gestão, possua uma semântica de interoperabilidade e que se suporte numa plataforma tecnológica centrada nos agentes económicos, de forma a tornar possível a simplificação dos processos administrativos e a aumentar a transparência, eficiência, disponibilidade, descentralização e desconcentração dos serviços, bem como aumentar a capacidade de planeamento estratégico.

O SIvv foi adquirido em regime de *outsourcing* (Pararede – Novageo) encontrando-se em funcionamento desde Novembro de 2007. Neste momento ainda estão a decorrer “afinações” ao sistema impostas pelas necessidades dos seus diferentes tipos de utilizadores, nomeadamente os Serviços Regionais de Agricultura.

Apresenta-se como um instrumento que disponibiliza os serviços utilizados pelos agentes económicos no cumprimento das regras da OCM, desde a produção à comercialização, sendo constituído por seis subsistemas, a saber:

→ SiGEV – sistema de gestão das entidades do sector vitivinícola, que abrange cerca de 200 000 entidades do sector vitivinícola e contém as funcionalidades de registo de entidades do sector, de agentes económicos e instalações vnicas.

→ SiGPV – sistema de gestão do potencial vitícola, que abrange os viticultores e titulares de direitos e tem como objectivo controlar e gerir o património vitícola português.

→ SiGV – sistema de gestão de saldos vnicos que tem como objectivo conhecer os produtos vnicos e respectivos volumes, detidos pelos agentes económicos.

→ SiGPR - Sistema de Gestão de Processamento de Receita permite o registo de liquidação de

receitas, bem como a emissão de notificações para pagamento e a aceitação de pagamentos via CTT e Multibanco

→ SiGR - Sistema de Gestão de Reclamações permite a submissão da ficha de reclamação electrónica, preenchida remotamente (sem necessidade de deslocação às instalações do IVV);

→ SiER - Sistema de Estatísticas e Reporting permite a criação de relatórios de forma dinâmica sobre a informação produzida nos restantes subsistemas.

Os subsistemas referidos interagem na condução dos diferentes processos de negócio da responsabilidade do IVV, sendo que o subsistema SiGPV permite a gestão da cultura da vinha podendo ser considerado o subsistema através do qual se inicia a actividade vitivinícola.

O SIv baseia-se na tecnologia Oracle para conduzir os processos de negócio (*Oracle Workflow*) e armazenar os dados alfanuméricos e geográficos. A ferramenta utilizada na manipulação de dados geográficos é o iSMART (eSpatial) que permite utilizar as capacidades do *Oracle Spatial* para a gestão deste tipo de dados, incluindo o armazenamento dum conjunto de tabelas para a construção/gestão da topologia, com a vantagem da garantia da qualidade dos dados.

2 SiGPV

A gestão do potencial vitícola passa a ter como base informação georeferenciada vitícola: as declarações de arranque e de plantação de vinha, implicam a identificação das superfícies de terreno em causa, no respectivo ortofotomapa, cuja localização é obtida pelas ferramentas de navegação disponibilizadas pelo sistema.

A necessidade de um Sistema para a Gestão do Potencial Vitícola resulta, entre outros aspectos, da regulamentação nacional e comunitária que ao estipular a proibição de novas plantações, salvo determinadas condições, dá origem a um mercado limitado de direitos de plantação, pelo que se torna necessário gerir e controlar a plantação de vinha.

Através do recurso às novas tecnologias de informação e de comunicação foram implementadas as regras, as normas e os procedimentos inerentes à gestão do potencial vitícola foram desmaterializados, conduzindo a uma maior rapidez na resolução de cada processo de negócio e à diminuição do erro.

Este subsistema do SIvV constitui-se ainda como uma ferramenta de caracterização (inventário) do potencial vitícola nacional e da monitorização da sua evolução, assente em informação georreferenciada das parcelas de vinha (cerca de 240 mil hectares divididos por mais de 1 milhão de parcelas).

O SiGPV age sobre as parcelas vitícolas e os direitos de plantação, associados a patrimónios e a explorações vitícolas. A exploração vitícola diz respeito ao conjunto de parcelas vitícolas no território nacional submetidas a uma gestão única pelo mesmo explorador, enquanto que o património vitícola se refere ao conjunto de parcelas e direitos de plantação em carteira detidos no território nacional pelo mesmo titular, que à semelhança da exploração, poderá ser uma pessoa singular ou colectiva.

O SiGPV possui a seguinte informação:

- informação de inventário → parcelas de vinha adquirida sobre ortofotomapas digitais com diferentes resoluções dependendo das características da cultura da vinha a representar e logo da Região Vitícola. Assim, na Região demarcada do Douro, a informação foi adquirida sobre ortofotomapas com a resolução de 20 cm no terreno, nas regiões vitivinícolas do Minho e da Estremadura, as parcelas foram adquiridas sobre ortofotomapas com a resolução de 30 cm no terreno e nas restantes zonas a

resolução variou entre 50 cm e 1 metro. A informação sobre parcelas de vinha foi adquirida entre 1995 e 1997, na Região Demarcada do Douro e Távora/ Varosa e durante o ano 2000 nas restantes regiões vitivinícolas existentes em Portugal Continental.

- informação estruturante → limites administrativos, oriundos do Instituto Geográfico Português (ultima versão da CAOP – Carta Administrativa Oficial de Portugal);
- informação de suporte → ortofotomapas com diferentes resoluções, diferentes datas (entre 1995 e 2006);
- informação de contexto → Cartas militares à escala 1/25000 do Instituto Geográfico do Exército.

2.1 Caracterização

Os processos de negócio identificados para o SiGPV relacionam os viticultores (Entidades do Sector Vitivinícola – ESV) na condição de exploradores e/ou titulares com as parcelas de vinha e os direitos de plantação.

Através do SiGPV será possível realizar a consulta e a gestão do património vitícola e da exploração vitícola de cada viticultor; efectuar as declarações de arranque e de plantação de vinha, os pedidos de regularização de plantações ilegais e de transferência de direitos de replantação; e ainda a consulta da situação dos processos despoletados pelas declarações e pedidos antes referidos (anualmente são apresentados cerca de 24 mil pedidos/declarações) e estará disponível para todas as entidades do sector vitivinícola classificadas com o perfil funcional ESV (Entidade do Sector Vitivinícola) mediante registo no SIvv.

2.2 Funcionalidades

O SiGPV disporá de duas formas de acesso on-line, a primeira orientada para as ESV (Front Office) e a segunda orientada para as organizações com atribuições na Gestão do Potencial Vitícola (Back Office) através das actividades de gestão de informação e de instrução de Processos de Modificação do Potencial Vitícola.

Em qualquer dos ambientes os dados de parcelas de vinha compreendem a sua representação geográfica (configuração e localização) e a sua consulta e modificação recorrem a ferramentas de SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Em *Front Office* os viticultores poderão desenvolver on-line as seguintes actividades:

1. Entregar declarações de:
 - a. Plantação de vinha
 - b. Arranque de vinha
2. Consultar:
 - a. Elementos do Património Vitícola
 - b. Elementos da Exploração Vitícola
 - c. Situação dos processos de modificação do potencial vitícola
3. Solicitar:
 - a. Regularização de uma plantação de vinha
 - b. Emissão Direitos de Plantação
 - c. Transferência de direitos de replantação
 - d. Alteração de dados (pessoas, vinhas, direitos)

Em *Back Office*, para além das funcionalidades que permitam o atendimento presencial das ESV que não utilizem o ambiente que lhes está especificamente orientado, as organizações competentes poderão, no respectivo quadro de competências, desenvolver on-line as seguintes actividades:

1. Promover a gestão dos dados do Registo Central Vitícola (RCV):
 - a. Direitos de plantação
 - b. Parcelas de vinha
 - c. Reserva Nacional de direitos de plantação
2. Efectuar a instrução e análise de processos de modificação do potencial vitícola:
 - a. Regularização de plantações
 - b. Emissão de direitos de replantação
 - c. Transferência de direitos de replantação
 - d. Pedido de alteração de dados

e. Declarações de arranque e plantação de vinha

A disponibilização pela *web* de funcionalidades inerentes àquela gestão torna todo o processo mais célere e mais transparente para os seus utentes.

Parte VIII

Formação

Análise do Desenvolvimento Sustentável em Portugal – Uma abordagem SIG proposta pelos alunos da EPCG

CONCEIÇÃO, Alexandre; MATOLA, Hermínia; MEDEIROS, Emanuel;
MENDES, Tiago; OLIVEIRA, Rafael.

*Escola Profissional de Ciências Geográficas – Rua de Artilharia Um, n.º 107 –
Edifício 1, 1.º piso, 1099-052 Lisboa – Portugal*

TELEFONE: 213819644

FAX: 213881728

EMAIL: epcgeo@gmail.com

URL: <http://www.ep-ciencias-geograficas.rcts.pt/>

RESUMO

Foi proposto aos alunos da turma do 3º ano do curso Técnico de SIG, da Escola Profissional de Ciências Geográficas (EPCG), a realização de um trabalho sobre a utilização de indicadores de desenvolvimento sustentável (IDS).

Tendo por base as várias dimensões do desenvolvimento sustentável e o reconhecimento da importância da utilização de IDS, foram explorados os modelos propostos por algumas instituições - PER (OCDE); PER-EFEITO (USEPA) e DPSIR (AEA) - para a sistematização de indicadores ambientais.

Tomando como referência os modelos PER e DPSIR, e partindo de um conjunto vasto de indicadores seleccionados, deu-se início a uma série de actividades conducentes à construção de um Índice Global de Desenvolvimento Sustentável.

Após a integração dos dados em ambiente SIG, foram produzidos diversos mapas que possibilitaram a análise do desempenho do país em termos de desenvolvimento sustentável.

Os resultados, parcelares e finais, dos trabalhos realizados pelos alunos são apresentados neste artigo.

*Palavras-Chave: Indicadores; Desenvolvimento Sustentável; Modelo PER;
Modelo DPSIR; SIG*

AGRADECIMENTOS: Os alunos do 3º ano do curso Técnico de SIG agradecem o apoio das professoras das disciplinas de Fundamentos de Planeamento e de Sistemas de Informação Geográfica, Dr.ª Paula Curvelo e Dr.ª Carla Vaz Paulo, para a elaboração deste artigo, bem como à Direcção da EPCG que, desde o primeiro momento, apoiou esta iniciativa.

1. Introdução

A Escola Profissional de Ciências Geográficas e o Curso Técnico de SIG

A Escola Profissional de Ciências Geográficas (EPCG) é sucessora e herdeira de uma vasta tradição pedagógica nas áreas da Ciência da Informação Geográfica¹. O principal objectivo da EPCG é criar, organizar e leccionar cursos visando a formação e o aperfeiçoamento profissional de técnicos nas áreas das Ciências Geográficas. Actualmente a EPCG oferece três cursos profissionais reconhecidos pelo Ministério de Educação: Técnico Topógrafo-Geómetra, Técnico de Cartografia e Técnico de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Estes cursos são dirigidos a jovens com o 9º ano, ou equivalente, e têm a duração de 3 anos. Ao completar esta formação os alunos ficam na posse de um diploma equivalente ao 12º ano e de uma habilitação profissional de nível III, reconhecida em toda a União Europeia.

O Curso Técnico de SIG é orientado para formar profissionais aptos a desenvolverem actividades ligadas à manipulação e gestão de todo o tipo de informação geográfica, em diferentes áreas de aplicação. Nesse sentido, são objectivos fundamentais do curso: i) promover o conhecimento das principais características da informação geográfica e das suas diversas formas de aquisição, armazenamento, manipulação e análise, ii) entender o potencial de exploração da componente espacial da informação georreferenciada e da sua componente alfanumérica, e iii) conhecer as principais componentes funcionais de um SIG e projectar/explorar esses conhecimentos em diferentes domínios de aplicação.

Para dar resposta a estes objectivos, o curso surge estruturado de modo a promover competências que cobrem diversas áreas disciplinares, de que são exemplo: Sistemas de Informação Geográfica, Cartografia, Desenho Assistido por Computador, Informática e Ordenamento do Território e Ambiente.

¹ Esta tradição remonta ao ano de 1980, e tem por base a experiência adquirida pela então Escola de Formação e Aperfeiçoamento (EFA), do extinto Instituto Geográfico e Cadastral – IGC, (actual Instituto Geográfico Português - IGP).

1.1 O Ordenamento do Território, o Desenvolvimento Sustentável e os SIG

O território, enquanto suporte das actividades humanas, tem sido o palco de profundas transformações, conflitos e pressões ambientais, passando a ser visto, cada vez mais, como um recurso escasso, e como tal, sujeito a uma crescente necessidade de planeamento sistemático e formal [1].

De facto, os padrões de crescimento e de desenvolvimento recentes contribuíram para o agravamento dos problemas ambientais e revelaram-se inadequados para fazer face aos impactes decorrentes do crescimento populacional, do fenómeno da urbanização, dos aumentos do consumo e da produção de resíduos e da crescente utilização de recursos naturais [2].

Neste contexto, o Ordenamento do Território, visto como uma “*disciplina científica, uma técnica administrativa e uma política que se desenvolve numa perspectiva interdisciplinar e integrada, tendente ao desenvolvimento equilibrado das regiões e organização física do espaço segundo uma estratégia de conjunto*” [3], tende a assumir uma importância crescente na nossa sociedade e tem vindo a apelar a novas abordagens de análise espacial e à utilização de tecnologias de informação e comunicação, porquanto se revelam instrumentos necessários à concretização de uma *perspectiva interdisciplinar e integrada*, orientada para o desenvolvimento sustentável.

A utilização crescente dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) no domínio do Ordenamento do Território coloca em evidência o potencial de aplicação e exploração destas ferramentas em contextos de análise que pressupõem a necessidade de integração de informação, de natureza muito diversificada, referenciada a um dado espaço geográfico.

A possibilidade de explorar estas várias problemáticas, por via de um trabalho prático nas disciplinas de Fundamentos de Planeamento e Sistemas de Informação Geográfica, foi o desafio que se colocou aos alunos da turma do 3º ano do Curso Técnico de SIG.

2. Objectivos do Projecto

No âmbito do módulo 13 da disciplina de Fundamentos de Planeamento, foi proposto aos alunos que realizassem um projecto sobre a utilização de indicadores de desenvolvimento sustentável (IDS) com o objectivo de:

- Compreender o conceito de desenvolvimento sustentável e as quatro categorias de aspectos determinantes para a sua concretização (Figura 1);



Figura 1- Os quatro aspectos determinantes do desenvolvimento sustentável [6].

- Reconhecer a importância da criação e utilização de IDS para a operacionalização, em toda a sua abrangência, do conceito de desenvolvimento sustentável;
- Conhecer diferentes propostas para a sistematização de indicadores ambientais;
- Explorar, em contexto de projecto, as principais oportunidades e dificuldades de utilização e aplicação de indicadores de desenvolvimento sustentável.

Ao longo do módulo foram adquiridos conhecimentos fundamentais para o entendimento do conceito de desenvolvimento sustentável e para a sua operacionalização.

Numa fase inicial, estudou-se a evolução do conceito de desenvolvimento sustentável e discutiram-se as definições apresentadas por diferentes autores (WCED, 1987; Bartelmus, 1994; Lelé, 1991; Nojeira e Pinho, 1996 [4].

Posteriormente, e tendo por base as várias dimensões do desenvolvimento sustentável (ambiental, social, económica e institucional), e o reconhecimento da importância da criação e utilização de IDS [5, 6, 7, 8], foram explorados os modelos propostos por algumas instituições para a sistematização de indicadores ambientais [5]:

- Modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico - OCDE;
- Modelo Pressão-Estado-Resposta-Efeito (PER-Efeito), da Agência de Protecção do Ambiente dos Estados Unidos da América – USEPA;
- Modelo DPSIR (D-Actividades Humanas; P-Pessoas; S-Estado; I-Impactes e R-Respostas), da Agência Europeia do Ambiente - AEA

3. Metodologia

No esquema representado na Figura 2 surgem identificadas, e brevemente descritas, as principais etapas do Projecto.

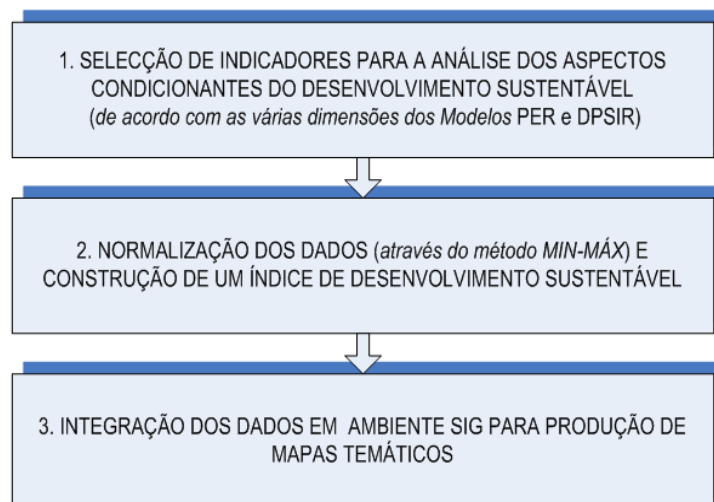


Figura 2- As várias etapas do projecto.

Tomando como referência os modelos ambientais PER e DPSIR, e tendo por base um conjunto vasto de indicadores [6], foram realizadas várias actividades conducentes à construção de um Índice Global de Desenvolvimento Sustentável – IGDS.

Numa 1ª Etapa, seleccionaram-se indicadores que se consideraram adequados à análise das várias dimensões dos Modelos PER (Figura 3) e DPSIR (Figura 4).

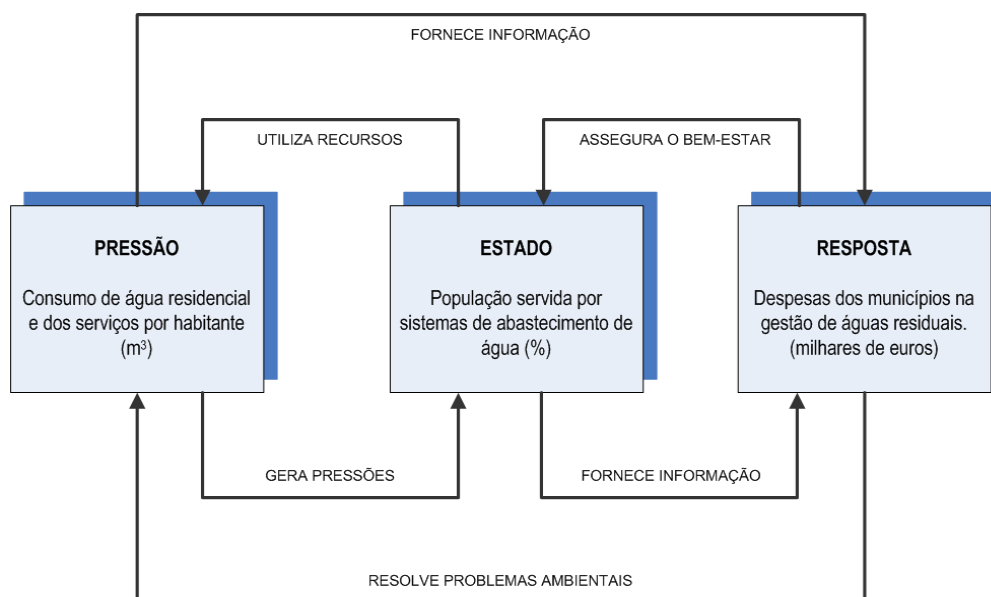


Figura 3- Indicadores seleccionados para analisar as várias dimensões do desenvolvimento sustentável de acordo com o Modelo PER (OCDE).

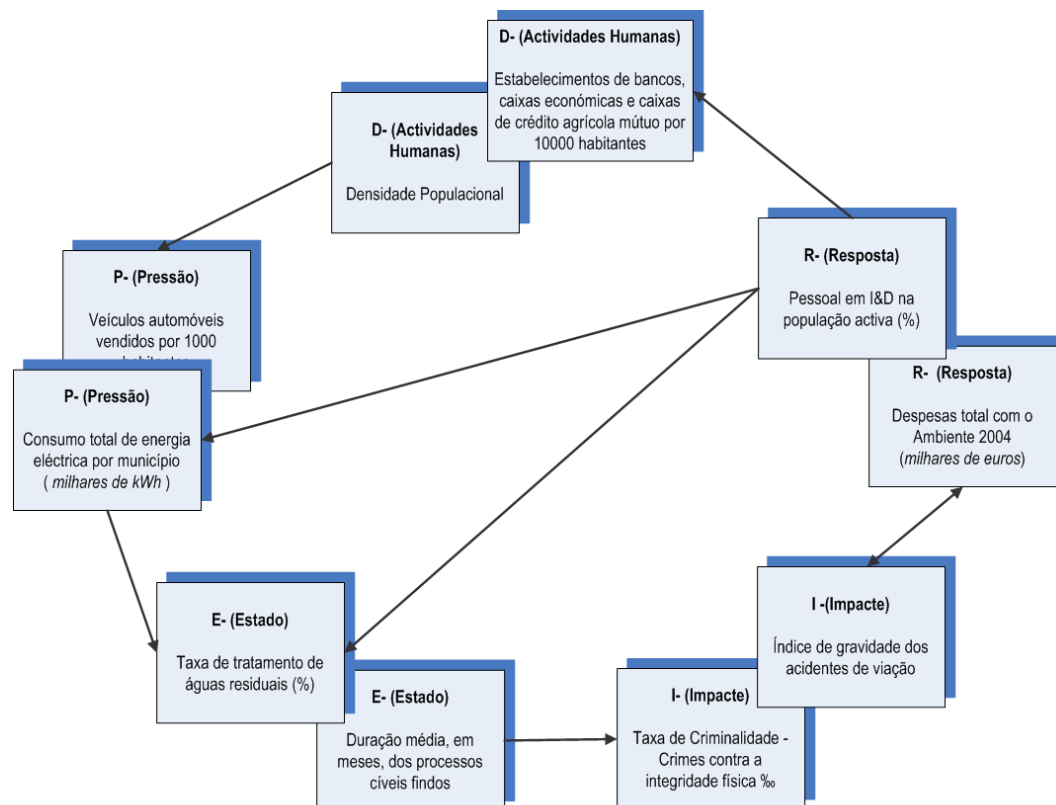


Figura 4 - Indicadores seleccionados para analisar as várias dimensões do desenvolvimento sustentável de acordo com o Modelo DPSIR (AEA).

Uma vez que as variáveis seleccionadas apresentavam diferentes unidades de medida e amplitudes de valores, procedeu-se à normalização dos dados de modo a garantir que as mesmas iriam ter idêntica contribuição no processo de construção do Índice Global de Desenvolvimento Sustentável. Por outro lado, ao fazer variar a amplitude de todas as variáveis seleccionadas para uma mesma escala de valores (Máximo-6 e Mínimo-1), favoreceu-se a análise comparativa dos vários indicadores e dos resultados parcelares e finais.

Posteriormente, na disciplina de Sistemas de Informação Geográfica, foram executadas diversas tarefas com o objectivo de integrar os resultados alcançados na etapa anterior num ambiente SIG. Através desta abordagem, foi possível produzir um conjunto de mapas que facilitaram a análise (espacial) do desenvolvimento sustentável no território português.

Exploração de Resultados - A análise do Desenvolvimento Sustentável em Portugal

Com o objectivo de avaliar o desempenho das Regiões NUT II de Portugal em termos de desenvolvimento sustentável, foram produzidos um conjunto de mapas temáticos, representativos de cada uma das dimensões de análise dos dois modelos seleccionados (Modelo PER- Figuras 5.1 a 5.3 e Modelo DPSIR- Figuras 6.1 a 6.5). O desempenho global em termos de desenvolvimento sustentável foi posteriormente determinado a partir de um índice que sintetiza essas várias dimensões de análise: Índice Global de Desenvolvimento Sustentável (Modelo PER- Figura 5.4 e Modelo DPSIR- Figura 6.6).

<p>Figura 5.1 – Desempenho das Regiões NUT II em termos da dimensão Pressão do Desenvolvimento Sustentável.</p>	<p>Figura 5.2 – Desempenho das Regiões NUT II em termos da dimensão Estado do Desenvolvimento Sustentável.</p>
<p>Figura 5.3 - Desempenho das Regiões NUT II em termos da dimensão Resposta do Desenvolvimento Sustentável.</p>	<p>Figura 5.4 - Desempenho das Regiões NUT II em termos do Índice Global de Desenvolvimento Sustentável – IGDS-PER.</p>

<p>Figura 6.1 - Desempenho das Regiões NUT II em termos da dimensão Atividades Humanas do Desenvolvimento Sustentável.</p>	<p>Figura 6.2 - Desempenho das Regiões NUT II em termos da dimensão Pressão do Desenvolvimento Sustentável.</p>
<p>Figura 6.3 - Desempenho das Regiões NUT II em termos da dimensão Estado do Desenvolvimento Sustentável.</p>	<p>Figura 6.4 - Desempenho das Regiões NUT II em termos da dimensão Impacte do Desenvolvimento Sustentável.</p>
<p>Figura 6.5 - Desempenho das Regiões NUT II em termos da dimensão Resposta do Desenvolvimento Sustentável.</p>	<p>Figura 6.6 - Desempenho das Regiões NUT II em termos do Índice Global de Desenvolvimento Sustentável – IGDS-DPSIR</p>

Da análise dos resultados podemos concluir que a Região Centro é aquela que, pela aplicação dos dois modelos propostos, melhor desempenho regista em termos de desenvolvimento sustentável.

Não obstante, verificam-se diferenças significativas no posicionamento relativo das restantes regiões em termos do Índice Global de Desenvolvimento Sustentável. Essa situação poderá ser explicada, quer pela inclusão de novas dimensões de análise no Modelo DPSIR (*Actividades Humanas e Impactes*), quer pela escolha das variáveis consideradas representativas de cada uma das dimensões de análise nos dois modelos seleccionados. Estas diferentes possibilidades poderão vir a ser objecto de análise em trabalhos futuros.

Referências Bibliográficas

- [1] Partidário, Maria do Rosário (1999) *Introdução ao Ordenamento do Território*, Universidade Aberta, Lisboa.
- [2] Fidélis, Teresa (2001), *Planeamento Territorial e Ambiente – O caso da envolvente à Ria de Aveiro*, Principia, Publicações Universitárias e Científicas, Cascais.
- [3] DGOT (1988) - Carta Europeia de Ordenamento do Território. Lisboa: Direcção Geral do Ordenamento do Território.
- [4] *Apud* Cunha, M. L. (2000) “O Planeamento Territorial como um Instrumento de Política para Operacionalização do Desenvolvimento Sustentável”, in *Millenium online*, nº 19 - Junho de 2000, [Versão Electrónica] URL: http://www.ipv.pt/millenium/Millenium_19.htm Acesso em: Março de 2008.
- [5] Gomes, M. L.; Marcelino; M. M.; Espada, M. G.; Ramos, T.; Rodrigues, V. (2000) *Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*. Direcção Geral do Ambiente - Direcção de Serviços de Informação e Acreditação. [Versão Electrónica] URL: <http://www.apambiente.pt/sids/sids.pdf> Acesso em: Março de 2008
- [6] CCDR-Algarve (2004) *Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Algarve – Componente Ambiental I* [Versão Electrónica] URL: <http://www.ccdr-alg.pt/sids/indweb/relpub.asp>, Acesso em: Abril de 2008.
- [7] CCDR-Algarve (2004) *Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Algarve – Componente Ambiental II – Fichas de Caracterização* [Versão Electrónica] URL: <http://www.ccdr-alg.pt/sids/indweb/relpub.asp>, Acesso em: Abril de 2008.
- [8] CCDR-Algarve (2004) *Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Algarve – Componente Ambiental III– Fichas de Caracterização* [Versão Electrónica] URL: <http://www.ccdr-alg.pt/sids/indweb/relpub.asp>, Acesso em: Abril de 2008.
- [9] INE, Portugal, 2006, Retrato Territorial de Portugal 2005.

Projecto ConTIG - As Tecnologias de Informação Geográfica no Ensino-Aprendizagem

MOTA, Madalena; PAINHO, Marco; CURVELO, Paula; VIDAL, Óscar

MOTA, Madalena(madalena.mota@netvisao.pt):

Escola Secundária de Palmela, Av. Palmelense Futebolclubes, Palmela; Portugal

PAINHO, Marco (painho@isegi.unl.pt); CURVELO, Paula (pcurvelo@isegi.unl.pt); VIDAL, Óscar (oscarblo@isegi.unl.pt):

Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Universidade Nova de Lisboa, Campus de Campolide, 1070-312 Lisboa, Portugal

Resumo: O Projecto ConTIG tem como objectivo central promover o ensino experimental das ciências através do desenvolvimento de metodologias de aprendizagem suportadas pelo uso de Tecnologias de Informação Geográfica (TIG). Estas metodologias são aplicadas em diferentes áreas curriculares, nas quais a dimensão espacial tende a fornecer o contexto privilegiado de análise. Foi concebido um conjunto de experiências de aprendizagem piloto que visam demonstrar o potencial de utilização das TIG em diferentes áreas curriculares, níveis de ensino e contextos de aprendizagem. Pretende-se desenvolver instrumentos de apoio, contribuindo para desenvolver competências em alunos do 3º ciclo do ensino básico e do ensino secundário. É também objectivo deste projecto criar condições para que os resultados alcançados tenham efeitos reprodutivos noutros estabelecimentos de ensino, favorecendo a integração e a articulação de áreas curriculares que visem a realização de aprendizagens significativas e a formação integral dos alunos.

Palavras-chave: Tecnologias de Informação Geográfica; Ensino Básico e Secundário; Experiências de Aprendizagem; Competências de Análise Espacial

1. INTRODUÇÃO

Com o intuito de desenvolver actividades em escolas dos ensino básico e secundário e promover o ensino experimental das ciências através da utilização de ferramentas de tecnologias de informação geográfica, o Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa (ISEGI-UNL) levou a cabo a elaboração do projecto que aqui se apresenta e que surgiu, em parte, da ideia desenvolvida numa tese de Mestrado em C&SIG [1]. Tendo o ISEGI-UNL desenvolvido e apoiado já algumas iniciativas pontuais (nomeadamente eventos *GIS Day*) junto da Escola Secundária com 3º ciclo de Pinhal Novo (ESPN) e da Escola Secundária Maria Amália Vaz de Carvalho (ESMAVC), o projecto inicialmente começou por se chamar ConSIG, e foi feita uma apresentação prévia em 2006 na conferência anual de educação da ESRI (EdUC2006)[2] em San Diego (EUA). O projecto final foi submetido à Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica - programa Ciência Viva - com o nome ConTIG e foi aprovado em Dezembro de 2006. Coordenado pelo ISEGI UNL, tem como entidades parceiras, a Escola Secundária Maria Amália Vaz de Carvalho (em Lisboa), a Escola Secundária de Pinhal Novo e a ESRI-Portugal.

Dos objectivos do projecto, destacam-se os seguintes:

- Desenvolver nos alunos competências de análise espacial, sentido crítico relativamente ao ordenamento do território e consolidar técnicas de pesquisa e trabalho em grupo;
- Produzir mapas para posteriores estudos;
- Consciencializar os alunos para a importância da informação geográfica no quotidiano e no ordenamento do território;
- Divulgar materiais, dados e fichas de trabalho, com o intuito de partilhar as experiências de aprendizagem.

Pretende-se exemplificar e demonstrar o potencial das TIG para uma melhor organização e gestão dos *curricula*, de acordo com os princípios orientadores da organização e da gestão curricular, dos quais se destaca "a valorização da diversidade de metodologias e estratégias de ensino e actividades de

aprendizagem, em particular com recurso a tecnologias de informação e comunicação, visando favorecer o desenvolvimento de competências numa perspectiva de formação ao longo da vida”[3].

Para se atingirem estes objectivos têm sido desenvolvidas várias actividades:

- 1- O **planeamento inicial** consistiu na aferição de objectivos e constrangimentos, estabelecimento de métodos, de um plano de comunicação entre o ISEGI-UNL e as entidades parceiras. Posteriormente, formaram-se grupos de trabalho e adquiriu-se algum equipamento para as escolas (nomeadamente *PDA* equipados com GPS, e licenças *ArcPad* e *ArcView*).
- 2- A fase de **desenvolvimento do projecto e produção de conteúdos** ainda se encontra em execução. Foram elaboradas fichas e produzidos materiais que compõem as experiências de aprendizagem piloto. Encontra-se ainda em fase experimental o desenvolvimento de uma ferramenta *WebGIS* que servirá de apoio às experiências de aprendizagem.
- 3- A **experimentação com os alunos** consiste no desenvolvimento das tarefas propostas nas experiências de aprendizagem piloto e esta fase está a funcionar com resultados bastante positivos ao nível da adesão dos alunos e professores.
- 4- A **divulgação dos resultados** (mesmo preliminares) pretende dar a conhecer o projecto, através da participação activa em colóquios e encontros relacionados com estas temáticas.
- 5- No final será feita uma **avaliação** do projecto através de um relatório detalhado com base nos resultados obtidos.

Em termos de calendarização, prevê-se que o projecto, que arrancou no ano lectivo 2007/08, esteja concluído em Agosto de 2008. No entanto espera-se que os materiais produzidos sejam utilizados por outros alunos e outras escolas, mesmo após a conclusão oficial do projecto. Encontram-se já disponíveis na Internet, as experiências de aprendizagem em fase de execução bem como as já terminadas (<http://ubu.isegi.unl.pt/labnt-projects/contig>).

Quanto às entidades coordenadora e parceiras do ConTIG, as suas funções são as seguintes:

- O ISEGI-UNL tem por função coordenar as actividades do ponto de vista administrativo e do ponto de vista científico. Assim, realiza reuniões de

acompanhamento, produz relatórios, faz a gestão financeira e organiza alguns eventos pontuais. Também é responsável por definir as abordagens metodológicas, conceber e produzir alguns conteúdos científicos, a página de Internet e a aplicação *WebGIS*.

- A ESRI tem sido responsável pelo suporte técnico às escolas e também por alguma da formação inicial. Está também presente nas reuniões de acompanhamento e nos eventos do projecto.
- Os professores das escolas envolvidas são responsáveis por conceber e implementar as experiências de aprendizagem. Estão presentes nas reuniões de acompanhamento do projecto, participam nos *workshop* e acções de formação e concebem os documentos específicos para cada experiência de aprendizagem. No que respeita às actividades com os alunos, os professores são responsáveis por implementar as experiências de aprendizagem.

2. EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM PILOTO

As experiências de aprendizagem têm como objectivo levar os alunos a desenvolver competências em vários domínios, através de um ensino centrado na experiência, com recurso a tecnologias de informação, nomeadamente Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Através dos conceitos de uma ou mais disciplinas, pretende-se envolver os alunos em actividades de pesquisa que os levem à resolução de problemas. Partindo do princípio que os fenómenos naturais e humanos têm como elemento comum o espaço, procura-se que os SIG sejam a ferramenta que enfatiza o processo de investigação, levando os alunos a melhor apreender a dimensão espacial. Os SIG, como recurso usado no ensino, são encarados como ferramentas de análise numa perspectiva de apoio à resolução de problemas.

Ao longo do ano lectivo de 2007/08 prepararam-se materiais para desenvolver com os alunos e criaram-se algumas experiências de aprendizagem. As equipas de professores de ambas as escolas secundárias prepararam materiais de acordo com as suas turmas, disciplinas e matérias leccionadas (figuras 1 e 2).

EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM	ESCALA DE ANÁLISE			
	LOCAL/REGIONAL	NACIONAL	EUROPA	MUNDIAL
1. A Arrábida Natural e a Existência Humana	X			
2. Localizar/Explorar o Concelho de Palmela	X			
5. Roteiro Turístico-Gastronómico-Cultural	X			
6. Contrastes de Desenvolvimento no Mundo Actual				X
7. Portugal no contexto da União Europeia			X	
8. Mapa de cidades europeias (exercício em ArcView3)			X	X
9. Gastronomia Nacional		X		
10. Geografia Física de Portugal		X		

Figura 1 – Experiências de aprendizagem piloto – Escalas de análise.

EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM	COMPETÊNCIAS DE ANÁLISE ESPACIAL										
	Aquisição de dados geográficos	Integração de dados	Visualização	Representação cartográfica	Validação de dados (verificação de erros)	Operações de pesquisa	Geoprocessamento	Análise de redes	Análise 3D	Operações sobre raster	Representação gráfica
1. A Arrábida Natural e a Existência Humana	X	X	X	X	X	X	X			X	
2. Localizar/Explorar o Concelho de Palmela		X	X	X	X	X	X				X
5. Roteiro Turístico-Gastronómico-Cultural	X	X	X	X	X	X	X				
6. Contrastes de Desenvolvimento no Mundo Actual		X	X	X		X	X				X
7. Portugal no contexto da União Europeia		X	X	X		X	X				X
8. Mapa de cidades europeias (exercício em ArcView3)			X	X		X	X				
9. Gastronomia Nacional		X	X	X		X	X				
10. Geografia Física de Portugal			X	X		X	X	X	X	X	

Figura 2 – Experiências de aprendizagem piloto – Competências de análise espacial..

A definição e a selecção das experiências de aprendizagem atenderam a um conjunto de critérios e pressupostos iniciais, dos quais se destacam:

- Explorar problemas e temas significativos, tanto em termos dos *currícula*, como das realidades e contextos das comunidades escolares;
- Colocar em evidência a importância da informação geográfica em diferentes actividades e áreas disciplinares;
- Recorrer à utilização de diferentes tecnologias para recolher, tratar, visualizar e analisar a informação geográfica;
- Promover a utilização de TIG em diferentes contextos de aprendizagem (sala de aula, visitas de estudo, trabalho de campo, em casa, etc.);
- Recorrer a diferentes escalas de análise da informação geográfica (local/regional; nacional, europeia e mundial);
- Incluir actividades e tarefas que promovam, em contextos multidisciplinares, a aquisição de diferentes competências de análise especial.

A criação de uma experiência de aprendizagem passa pela definição de critérios que são introduzidos num formulário da página de Internet do ConTIG (figura 3). Define-se o tipo de actividade, as disciplinas envolvidas, os conteúdos do *currículo* que aborda, a escala de análise a que se vai trabalhar, os equipamentos e os recursos necessários, o tipo de análise a efectuar e os resultados que se esperam obter.

The screenshot shows the ConTIG website interface. The header includes the logo 'conTIG' and the title 'Utilização de Tecnologias de Informação Geográfica no ensino/aprendizagem'. Below the header, there are navigation tabs: 'Início', 'Pesquisas', 'Contactos', and 'Professor'. The main content area is titled 'Pesquisas' and 'Pesquisar Experiências de Aprendizagem'. It features a search form with various criteria to select from, including 'Tipo de actividade', 'Tipo de resultado', 'Tipo de equipamento', 'Tipo de recurso', 'Tipo de análise', 'Escala de análise', 'Disciplina', 'Escola', 'Autor', and 'Palavra chave'. There is also a dropdown menu for 'Pesquisar Experiências de Aprendizagem por tipo de actividade' with 'Visita de Estudo' selected. A 'submeter pesquisa' button is present. Below the search form, there is a section titled 'A descoberta de um Parque Natural. O Parque Natural da Arrábida' with a description, objectives, and competencies. It also lists two documents: 'GUIAO_ALUNO.doc' and 'GUIAO_PROFESSOR.doc' with their respective download counts.

Figura 3 – A página de Internet do ConTIG

Depois de criada a experiência, ela pode ser alterada *online*, editando conteúdos ou até publicando materiais. Uma experiência de aprendizagem terá disponíveis guiões de aluno e de professor, dados, imagens, mapas ou outras informações. Desta forma, um aluno ou professor que realize a actividade, tem sempre disponível o material necessário à sua concretização. A criação de uma ferramenta *WebGIS* permitirá a edição e a visualização dos dados no sentido de se proceder à análise e ao processamento da informação recolhida ou produzida (figura 4).

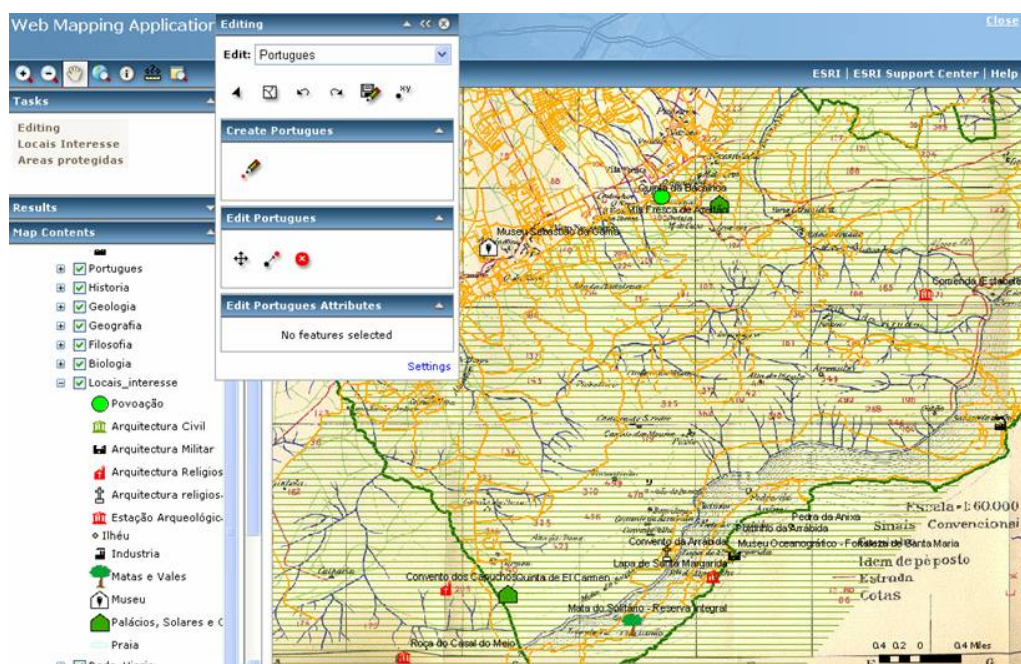


Figura 4 – A ferramenta *WebGIS* do ConTIG

Com a publicação das experiências de aprendizagem, pretende-se partilhar trabalhos, dados, ideias, mapas e resultados, divulgando, assim, o projecto e os materiais produzidos.

3. ACTIVIDADES JÁ DESENVOLVIDAS E EM DESENVOLVIMENTO

Durante o presente ano lectivo, o projecto ConTIG realizou algumas actividades, com alunos e professores. O início do ano foi marcado sobretudo com reuniões e sessões de trabalho que tinham por objectivo delinear as actividades a desenvolver, escolher as turmas e as disciplinas participantes, dar alguma formação de base aos professores

e fazer pontos de situação. Durante esta primeira fase foram produzidos materiais de apoio, fichas de trabalho e compilação de mapas necessários à execução das actividades.

3.1- GIS-Day 2007 no ISEGI-UNL

A primeira actividade que se realizou com alunos consistiu num *GIS-Day*, actividade promovida pela ESRI norte americana, com o apoio de várias entidades, entre elas a *National Geographic Society*, uma vez que o *GIS-Day* se enquadra na *Geography Awareness Week*, que esta sociedade promove anualmente durante o mês de Novembro. O *GIS-Day* pode ser organizado por qualquer entidade, em qualquer parte do mundo. O ISEGI-UNL tem organizado *GIS-Day* desde há alguns anos e, este ano, esta actividade foi integrada no ConTIG. Alunos e professores de ambas as escolas secundárias parceiras do ConTIG tiveram a oportunidade de participar neste evento. O programa do *GIS-Day* 2007 no ISEGI-UNL consistiu numa breve recepção e apresentação de alguns fundamentos teóricos acerca dos SIG. Seguidamente foi proposto aos alunos que realizassem um *Geopaper* para o qual utilizariam os PDA equipados com GPS e *ArcPad* (figura 5) para encontrar algumas pistas no recinto do ISEGI-UNL. Com as pistas, os alunos deviam responder a um conjunto de questões e terminar a actividade no menor período de tempo possível. O dia terminou com um lanche, a divulgação dos resultados da actividade e a distribuição de prémios e certificados de participação.



Figura 5 (a e b) – A actividade Geopaper durante o GIS-Day 2007 no ISEGI-UNL

3.2- Actividades em sala de aula

No decorrer do ano lectivo, as escolas começaram a desenvolver algumas actividades em sala de aula. Nesta altura, algumas das professoras envolvidas no projecto, que se encontram a leccionar noutros estabelecimentos de ensino (Escola Secundária de Palmela e Escola Secundária de Ciências Geográficas) desenvolveram actividades

com os alunos. Apesar de apenas duas escolas serem parceiras, há neste momento quatro escolas a beneficiar do projecto.

Na Escola Secundária de Palmela, alunos de 7º ano trabalham, em Área de Projecto, com recurso a SIG, produzindo mapas e fazendo análises. Um pequeno grupo de alunos, com um dos seus trabalhos neste âmbito, participou com um poster no EUE08 (Encontro de Utilizadores ESRI, em Lisboa, em Março de 2008) [4]. Outros alunos encontram-se a elaborar trabalhos para concorrer ao concurso “O MEU MAPA” [5], promovido pelo departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

Os alunos da Escola Profissional de Ciências Geográficas encontram-se também a trabalhar em actividades do ConTIG, tendo também submetido um artigo ao presente encontro (ESIG2008) [6].

Alunos adultos de cursos nocturnos da Escola Secundária de Pinhal Novo têm trabalhado com tecnologias SIG na elaboração de mapas, integradas em algumas das experiências de aprendizagem.

3.3- Experiência de aprendizagem – Visita de estudo à Arrábida

As experiências de aprendizagem piloto, abrangem diferentes escalas de análise (desde a escala local à escala mundial) e promovem o desenvolvimento de diversas competências de análise espacial (como aquisição de dados, visualização, representação cartográfica, operações de pesquisa, geoprocessamento, entre outras).

Actualmente, para além de algumas experiências simples elaboradas em sala de aula (referidas no ponto anterior), há uma experiência de aprendizagem de âmbito mais alargado que está a ser levada a cabo com sucesso. Trata-se de uma Visita de Estudo ao Parque Natural da Arrábida, que foi levada a cabo por professores e alunos de diversas disciplinas e diferentes graus de ensino. A visita consistiu numa visita à pedreira da brecha da Arrábida (uma formação geológica local) com observação e recolha de amostras geológicas e também de espécies vegetais autóctones (integrada nas disciplinas de Biologia e Geologia do 11º ano de escolaridade). Na mesma visita, alunos de um Curso de Educação e Formação (CEF) da área da jardinagem beneficiaram de alguns objectivos comuns. O mesmo dia foi ainda aproveitado pela disciplina de Filosofia através de uma visita ao Convento da Arrábida, onde alguns

dos assuntos e competências desta disciplina foram trabalhadas (figura 6). Devido ao sucesso desta visita, foram feitos ainda dois intercâmbios com as escolas parceiras do projecto: os alunos da ESM AVC visitaram a Escola do Pinhal Novo e realizaram parte da visita à Arrábida, e os alunos da ESPN deslocaram-se a Lisboa, tendo realizado actividades organizadas por alunos e professores da ESM AVC.



Figura 6 (a e b) – Visita de estudo à Arrábida – Escola Secundária de Pinhal Novo

4. PROJECTOS FUTUROS

Tendo em conta os resultados positivos que se têm alcançado, bem como as potencialidades que este projecto tem, espera continuar-se a trabalhar com as experiências de aprendizagem já elaboradas, de maneira a rentabilizar ainda mais tudo o que foi desenvolvido. Mesmo depois de terminado o período oficial do projecto, é espectável que os professores envolvidos criem novas experiências de aprendizagem e continuem a utilizar estes métodos de ensino nas suas aulas. Contactos informalmente efectuados com docentes de outras escolas, têm demonstrado que o projecto os tem interessado e que há mais escolas com vontade de desenvolver actividades semelhantes. Seria benéfico conseguir outros tipos de financiamento que permitam manter e desenvolver o projecto. Seria fundamental garantir a manutenção da plataforma de Internet, que suporta os materiais e a ferramenta *WebGIS*. Esta plataforma será uma base de dados de ideias, fichas de trabalho, actividades, informação geográfica, etc.

Seria de todo o interesse que o prolongamento e o desenvolvimento deste projecto permitissem que outras escolas se associassem ao ConTIG, de maneira a que se

criasse uma comunidade de utilizadores que contribuíssem com ideias e materiais a partilhar livremente sem quaisquer restrições de acesso.

É nossa intenção divulgar o projecto em encontros deste tipo, em congressos de professores, em eventos nacionais e internacionais e por quaisquer meios ao nosso alcance.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MOTA, Madalena; 2005, "Concepção de *curricula* em análise espacial para o terceiro ciclo do ensino básico", dissertação de mestrado em C&SIG, (URL: <http://www.isegi.unl.pt/servicos/documentos/TSIG007.pdf>, consulta em Abril de 2008).
- [2] MOTA, Madalena; PEIXOTO, Miguel; PAINHO, Marco; CURVELO, Paula; FERREIRA, Francisco M., (2006), *ConSIG - Using GIS in teaching/learning processes* - Comunicação apresentada no “26th Annual ESRI International User Conference”, 7 a 11 de Agosto de 2006, San Diego Convention Center, California, USA. (Paper N°. UC2042, publicado em http://www.isegi.unl.pt/labnt/papers/ESRI_2006_p2042.pdf, consulta em Abril 2008).
- [3] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2001, *Currículo nacional do ensino básico: competências essenciais*, (Lisboa: Ministério da Educação – Departamento da Educação Básica).
- [4] MOTA, Madalena; PEDROSO, Rodrigo; MARQUES, Bruno, 2008, *Distribuição espacial das residências dos alunos do 7ºC da Escola Secundária de Palmela*, Poster apresentado no Encontro de Utilizadores ESRI (EUE08), 26 e 27 de Março, Lisboa.
- [5] Concurso *O meu mapa* (URL: <http://omeumapa.blogspot.com>, consulta em Abril de 2008).
- [6] CONCEIÇÃO, Alexandre; MATOLA, Hermínia; MEDEIROS, Emanuel; MENDES, Tiago; OLIVEIRA, Rafael, *Análise do Desenvolvimento Sustentável em Portugal – Uma abordagem SIG proposta pelos alunos da EPCG*, ESIG 2008.

Distância Física Vs Distância Social: Caso de Estudo com os Alunos da 7ª Edição do Curso de Mestrado em Ciência & Sistemas de Informação Geográfica do ISEGI-UNL

**PEIXOTO¹, Miguel; PAINHO², Marco; HENRIQUES³, Roberto; NETO⁴,
Miguel; CORREIA⁵, Ana Maria**

Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de
Lisboa

Campus de Campolide, 1070-312 Lisboa, Portugal

Telefone: +351-21-3870413; Fax: +351-21-3872140

e-mail: ¹mpeixoto@isegi.unl.pt, ²painho@isegi.unl.pt, ³roberto@isegi.unl.pt,

⁴mneto@isegi.unl.pt, ⁵acorreia@isegi.unl.pt

www.isegi.unl.pt/unigis/

PALAVRAS CHAVE: Análise de Redes Sociais; Comunidades de Aprendizagem; Curso de Mestrado; eLearning; Ensino à Distância; Sistemas de Informação Geográfica.

RESUMO

O Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa (ISEGI-UNL) oferece, desde 2002, um curso de Mestrado e Especialização em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica (C&SIG) leccionado integralmente à distância, em eLearning. Este é o primeiro curso de Mestrado em Portugal oferecido neste modo inovador de ensino.

Este curso encontra-se na sua 7ª Edição, tendo actualmente 45 Estudantes e 9 Professores que formam uma comunidade de aprendizagem focada na área da Ciência e Sistemas de Informação Geográfica.

Os estudantes da presente edição do curso residem em 6 países diferentes (Portugal; Angola; Brasil; Cabo-Verde; Moçambique e Nigéria) e os residentes em Portugal estão dispersos geograficamente por 19 Concelhos diferentes.

Apesar da distância física que separa os alunos do curso, estes realizaram durante o 1º Semestre, diversos trabalhos em grupo. Este facto demonstra que houve interactividade entre os alunos, e que a distância física foi atenuada através da utilização das ferramentas de interacção social existentes na plataforma de eLearning que suporta este curso.

Neste estudo é realizada uma comparação entre o mapa com a distribuição geográfica dos alunos e a rede social dos alunos do curso, para tal é efectuada uma análise da rede social de forma a modelar a actividade social existente.

No final são apresentados os resultados obtidos e extraídas conclusões sobre as diferenças entre a distância física e a distância social que separam os alunos.

INTRODUÇÃO

O curso de Mestrado e Especialização em C&SIG é exclusivamente leccionado em eLearning, pois considera-se que este método de ensino apresenta diversas características que se adequam às actuais necessidades da Sociedade da Informação¹. As vantagens deste método de ensino são várias: conteúdos programáticos consistentes e actuais, possibilidade de aprendizagem em qualquer hora, facilidade de acesso aos conteúdos pedagógicos, emergência de comunidades com interesses comuns e, solução com escalabilidade (Rosenberg, 2001).

Este estudo analisa a utilização de ferramentas de interacção social que suportam uma comunidade de aprendizagem com interesses comuns, a comunidade de Alunos e Docentes do curso de Mestrado e Especialização em C&SIG. A utilização de ferramentas de interacção social faz parte de uma estratégia que visa incentivar o aluno a desenvolver a aquisição de conhecimentos de uma forma motivada (Painho et al, 2004).

A importância da integração/utilização de ferramentas de interacção social, num curso leccionado em eLearning, deriva do facto de que a interactividade do estudante com os novos meios proporcionados poderá traduzir-se em resultados positivos desde que esses meios correspondam às expectativas criadas. (Dodge, 1995)

Apesar da Internet disponibilizar um vasto leque de possibilidades educacionais, a experiência com estas novas oportunidades ainda está por ocorrer com a maioria dos professores (Abbey, 2000), embora a tecnologia já esteja disponível nem todos a utilizam, quer por desconhecimento, quer por alguma resistência à mudança.

As ferramentas de interacção social podem ser utilizadas como um elemento facilitador das funções do professor on-line, que podem ser agrupadas da seguinte forma (Duggleby, 2000):

- Encorajar e motivar os alunos;
- Monitorizar o progresso dos alunos;
- Assegurar que os alunos estão a trabalhar ao ritmo certo;

¹ Ver o Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal (Missão para a Sociedade da Informação (1997).

- Providenciar informação, clarificar e explicar;
- Dar o retorno do trabalho desenvolvido pelos alunos;
- Providenciar uma comunidade de aprendizagem;
- Dar apoio técnico e finalizar o curso.

Qualquer uma destas 7 funções do professor on-line pode ser potenciada pela utilização de ferramentas de interacção social.

A interacção social entre Alunos e Docentes é sem dúvida um importante factor de motivação e envolvimento no curso. No caso do eLearning a tecnologia pode encorajar e reforçar o estabelecimento desta interacção (Chickering and Gamson, 1987). O sentimento de cooperação também é um factor de motivação: “O processo de aprendizagem decorre melhor quando se trabalha em equipa do que quando se trabalha individualmente” (Chickering and Gamson, 1987).

Para ser ter uma imagem da interacção social entre Alunos e Docentes analisou-se a utilização de uma ferramenta de interacção social designada “Pronto” Instant Messaging, integrada na plataforma de eLearning do curso (interface da ferramenta interacção social na figura 1). Esta análise permitiu modelar a rede social que se desenvolveu ao longo do 1º semestre do curso no ano lectivo 2007/2008.

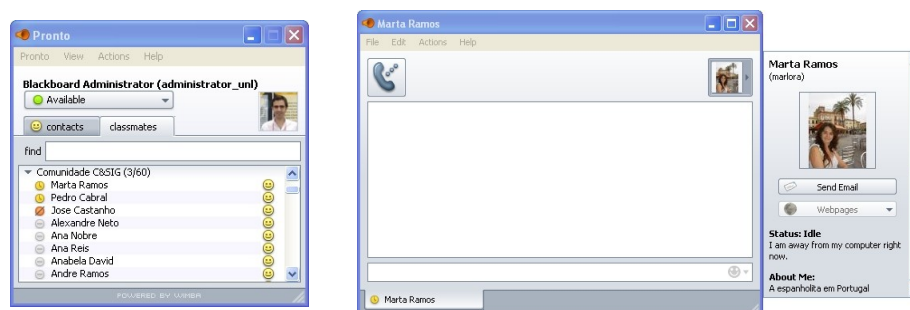


Figura 1 – Ferramenta de Comunicação Pronto.

O MESTRADO EM CIÊNCIA E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (C&SIG).

O ISEGI-UNL oferece, desde 2002, um novo programa de Mestrado e Especialização em C&SIG integralmente disponibilizado via Internet, com recurso a tecnologias de ensino à distância. Aproveitando os conhecimentos adquiridos ao longo dos anos no ensino de C&SIG e pretendendo estar sempre em sintonia com a evolução das necessidades de mercado, cada vez mais exigente e carente de profissionais altamente especializados, surge naturalmente no ISEGI-UNL a evolução para o ensino à distância electrónico (eLearning) de C&SIG. A implementação de um curso desta natureza utiliza um meio inovador de ensino,

sendo este, ainda, o primeiro mestrado totalmente à distância atribuído por uma Universidade portuguesa. Este curso destina-se a todos os interessados em prolongar os seus estudos ao longo da vida, independentemente da sua localização ou de outros condicionalismos existentes no ensino presencial.

Um dos objectivos da criação do curso foi chegar a todas as pessoas geograficamente dispersas em Portugal, Brasil, PALP's, Timor e todas as comunidades dispersas de língua portuguesa, que trabalhem com SIG e que querem adquirir mais conhecimentos/competências C&SIG.

O curso de MSc em C&SIG foi desenvolvido em colaboração com a UNIGIS International Association (www.unigis.net) que é uma rede mundial de Universidades que leccionam cursos de Mestrado em C&SIG em eLearning. O programa do curso de Mestrado e Especialização à distância em C&SIG, actualmente na sua 7ª edição, visa proporcionar aos alunos um ensino abrangente nos domínios teórico e prático ligados à análise da informação geográfica.

O MSc em C&SIG conta com mais de 220 alunos inscritos, desde a 1ª até à 7ª Edição. Na 7ª Edição teve 55 alunos inscritos (distribuição espacial na figura 2), 47 novos alunos e 8 alunos de edições anteriores, o curso conta ainda com 9 Docentes e 1 Coordenador, formando-se assim uma Comunidade Virtual com 65 participantes. A Comunidade Virtual que se estabeleceu tem um interesse especial em Ciência & Sistemas de Informação Geográfica.

Já está em preparação a 8ª Edição do MSc em C&SIG, com início em Setembro de 2008, que contará com a utilização de uma série de novas ferramentas de interacção social: Social Bookmarking, Fóruns de Discussão Áudio, Wiki's, Blogs entre outras. No futuro próximo, a Comunidade Virtual vai passar a ser transversal às 7 Edições do curso de MSc em C&SIG contando com os com mais de 220 alunos inscritos, desde a 1ª até à 7ª Edição, a distribuição espacial da Comunidade Virtual pode ser observada na figura 3. Esta Comunidade Virtual terá disponíveis todas as ferramentas de interacção social mencionadas anteriormente.

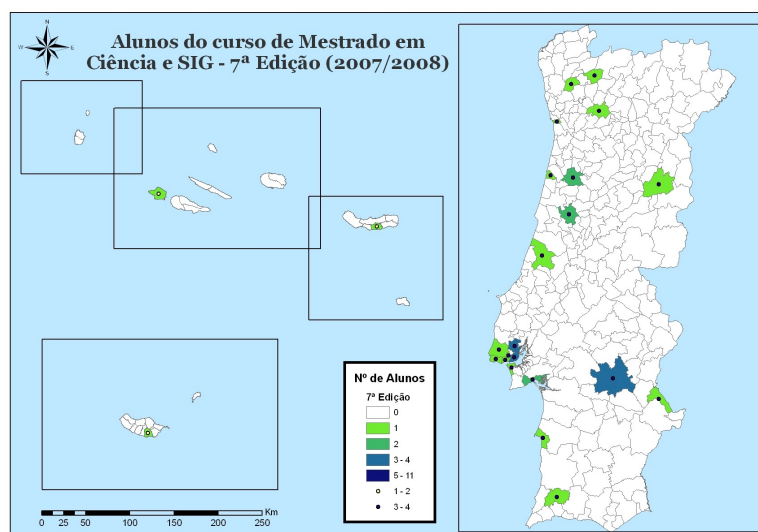


Figura 2 – Mapa com distribuição dos alunos da 7ª Edição do MSc em C&SIG.

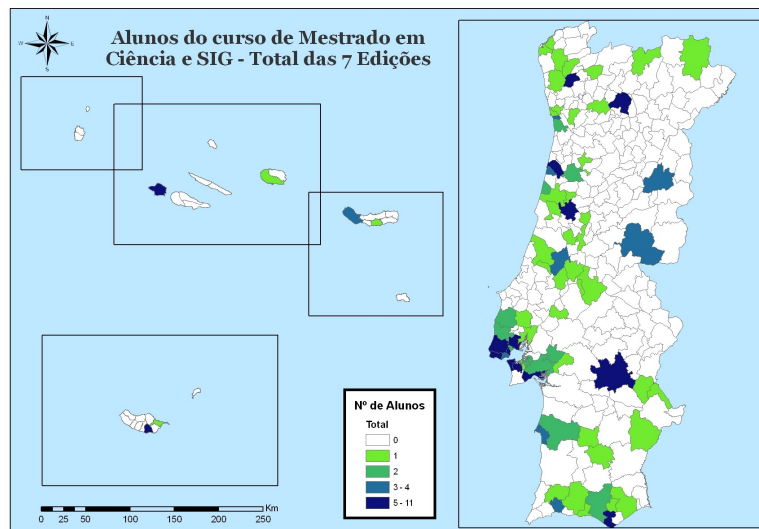


Figura 3 – Mapa com distribuição acumulada dos alunos até à 7ª Edição do MSc em C&SIG.

OS ALUNOS E A DISTÂNCIA FÍSICA

Para a realização deste estudo piloto foi considerada como área de estudo: Portugal continental. Esta limitação esteve exclusivamente relacionada com limitações de tempo. Desta forma, dos 47 novos alunos foram apenas considerados os 34 alunos residentes de Portugal continental. Não foram considerados, neste estudo, os seguintes alunos: 2 do Açores, 1 da Madeira, 5 de Angola, 1 do Brasil, 3 de Cabo Verde e 1 de São Tomé (residente na Nigéria).

A Comunidade Virtual em estudo tem um total de 52 participantes (34 novos alunos residentes de Portugal continental, 8 alunos de edições anteriores, 9 Docentes e 1 Coordenador).

Para modelar a rede física e social foi lançado um questionário, em Janeiro de 2008, mês coincidente com o final do 1º Semestre do ano lectivo 2007/2008, aos 42 alunos seleccionados para o estudo (34 alunos da 7ª Edição e 8 alunos de outras Edições). Foram recebidas 21 respostas a este questionário (19 alunos, 1 Docente e 1 Coordenador).

Desta forma, foi possível estabelecer a seguinte rede física entre os 21 participantes deste estudo:

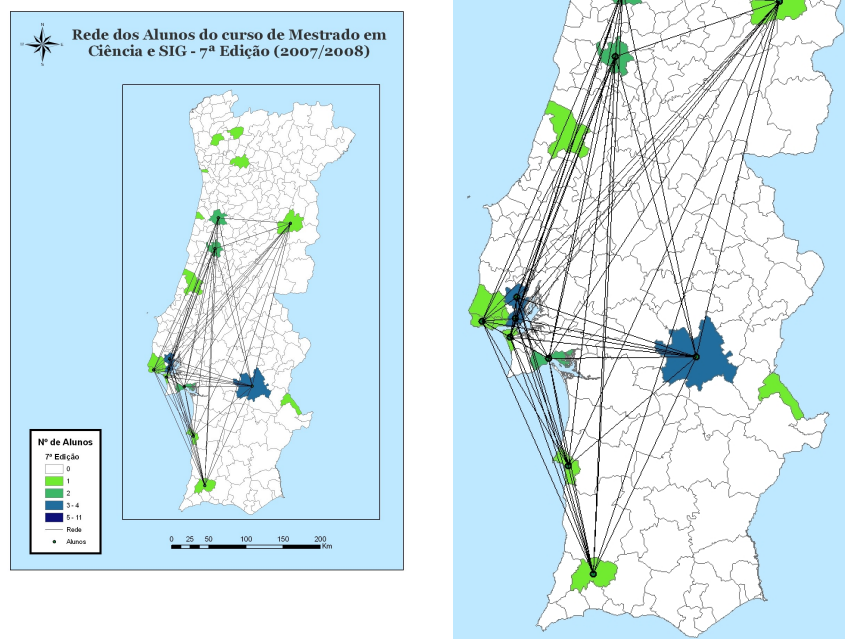


Figura 4 – Mapas com a localização dos alunos da 7ª Edição do MSc em C&SIG e respectivas distâncias euclidianas.

A rede física tem 21 participantes com um potencial total de 420 de ligações entre os seus participantes (20 ligações por participante). Foram calculadas as distâncias euclidianas entre os 21 participantes obtendo-se o seguinte quadro de distâncias físicas.

Mínimo:	12,05 Km
Máximo:	373,01 Km
Média:	146,40 Km
Distância Acumulada da Rede:	55.342,02 Km
Desvio Padrão:	84,77

Quadro 1 – Medidas da Rede Física.

Nestes cálculos a distância entre alunos e/ou docentes residentes no mesmo Concelho é de 0 KM (Zero), isto porque foram considerados como pontos de localização dos alunos e/ou docentes os centroides dos respectivos Concelhos de residência.

A distância acumulada da rede, de 21 participantes, é de 55.342,02 Km o que equivale a 1.38 vezes o perímetro médio do planeta Terra. A distância euclidiana média entre os participantes é de 146,40 Km o que equivale sempre a um tempo deslocação, numa viatura motorizada, superior a duas horas.

A REDE SOCIAL E A DISTÂNCIA SOCIAL

A rede social é entendida neste estudo como um grupo de pessoas ligadas por um conjunto de relações sociais, tais como a amizade, o trabalho em conjunto ou a permuta de informação (Neto, 2008).

A análise da rede social permite mapear uma estrutura social da seguinte forma:

- Participantes da rede como nós, com características e atributos diferenciados;
- Relações sociais como ligações entre os nós, podendo estas ser de natureza diversa e com diferentes graus de intensidade.

A análise da rede social de um determinado grupo tem duas abordagens possíveis: o estudo de um grupo e do seu conjunto de relações informais ou o estudo do enquadramento social de um determinado indivíduo dentro do seu grupo (Clark, 2006). Neste estudo tenta captar-se o conjunto de relações informais que se estabelece entre os participantes do grupo, pois acredita-se que constituem um elemento dinamizador da motivação do próprio grupo. A forma como o grupo se organiza também pode ser caracterizada pela sua estrutura social, que por sua vez afecta e condiciona a forma como é realizada a permuta de informação entre os vários participantes da rede (Piette and Ross, 1992), pendendo isto ter impacto directo na performance dos diversos participantes do grupo.

Com os dados recolhidos, através das 21 respostas (19 alunos, 1 Docente e 1 Coordenador) ao questionário lançado no final do 1º Semestre, do ano lectivo 2007/2008, modelou-se a seguinte rede social: 32 participantes, 122 relações identificadas entre participantes e um número médio de 6 relações por participante. A rede física tinha apenas 21 participantes, portanto comparativamente com a rede física ocorreu uma expansão de mais 11 participantes. Esta expansão da rede explica-se da seguinte forma: foram identificados, nas respostas dos 21 questionários, 11 participantes que não responderam ao questionário mas que estabeleceram algum tipo de relação com um ou mais participantes que responderam ao questionário. Outro aspecto que se pode extrair é que a rede social tem menos 298 ligações que a rede física apresentada anteriormente.

Neste caso de estudo as relações sociais identificadas são: “quem são os colegas que sabe residirem perto de si (no mesmo Concelho)”, “quem foram os colegas com que realizou trabalhos de grupo” e finalmente “com quem comunica no Pronto”. Cada uma destas questões permitiu modelar uma rede social (ver as respectivas figuras 5, 6 e 7). Relativamente à intensidade da relação “com quem comunica no Pronto” foram medidos três graus na relação: (1) “comuniquei pelo menos uma vez ao longo do 1º Semestre”, (2) “comuniquei mais de uma vez ao longo do 1º Semestre” e por fim, (3) “este semestre comuniquei com uma frequência semanal”. Através da diferenciação dos nós da rede com cores, tamanhos e formatos diferentes é possível identificar os diversos actores da rede social: Aluno, Docente e Coordenador, e participantes do sexo Feminino e

Masculino. Os participantes “Desconhecidos” correspondem aos 11 participantes anteriormente identificados.

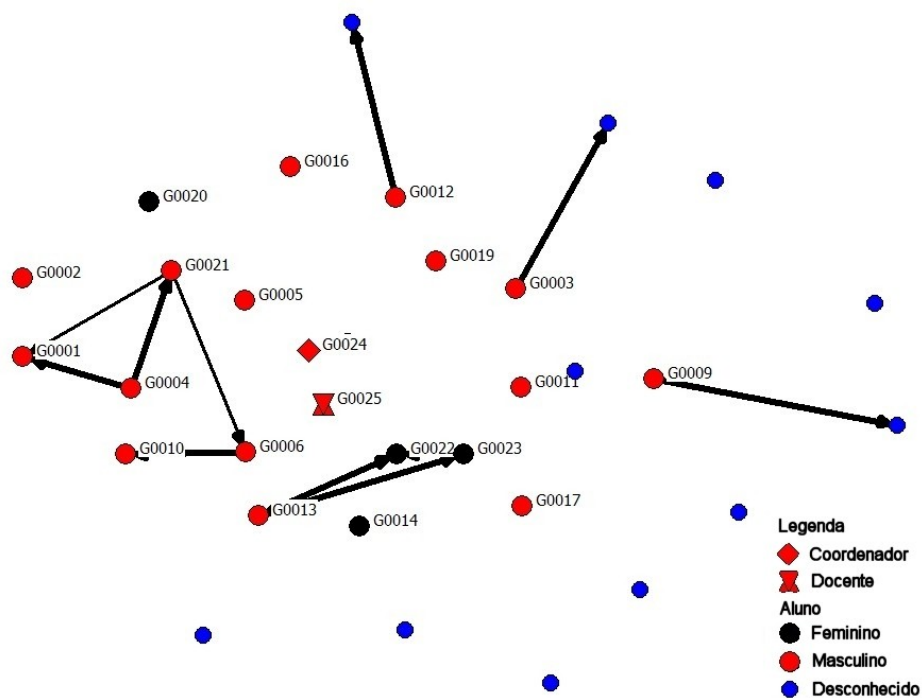


Figura 5 – Rede Social dos alunos que moram perto de outros colegas da 7ª Edição do MSc em C&SIG.

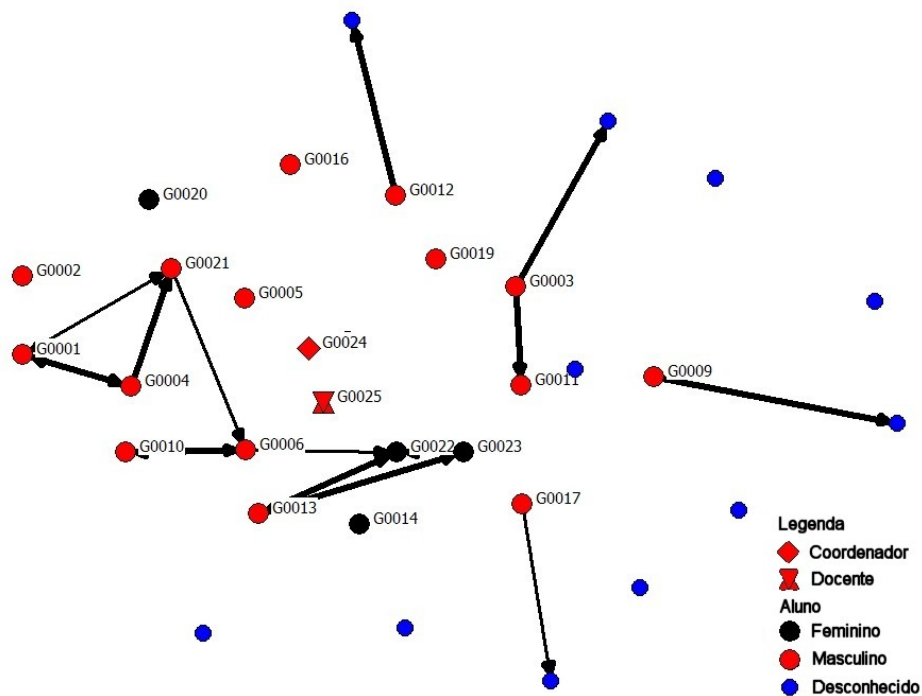


Figura 6 – Rede Social de alunos/trabalhos de grupo da 7ª Edição do MSc em C&SIG.

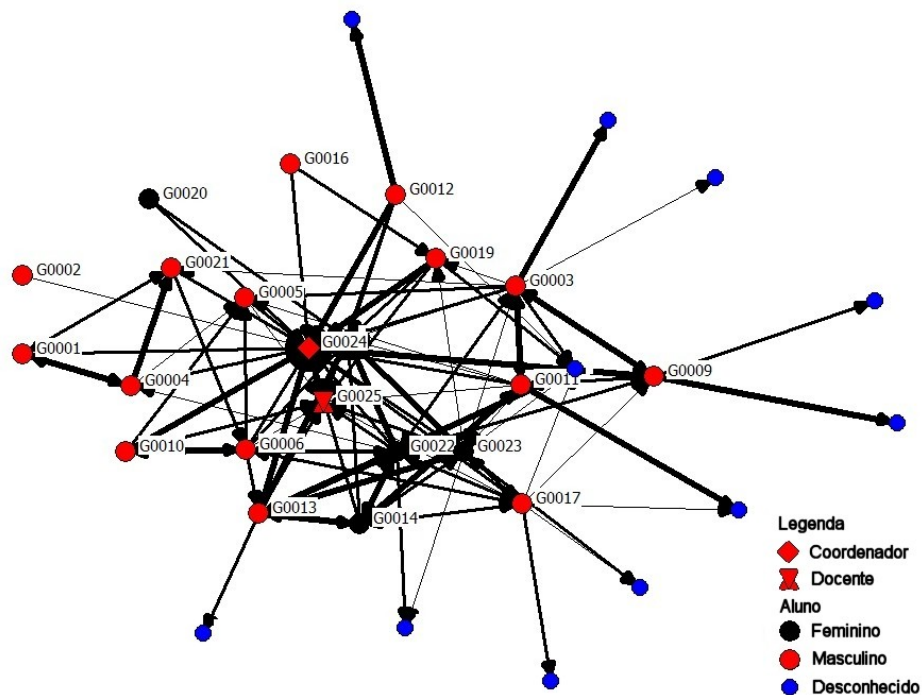


Figura 7 – Rede Social da 7ª Edição do MSc em C&SIG.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os métodos tradicionais de ensino já não conseguem responder a todas as solicitações dos dias de hoje. Com aparecimento da Internet e com o surgimento de novas ferramentas tecnológicas como as ferramentas de interação social, modificou-se também a forma de ensinar, combinando a utilização destas novas tecnologias com a produção e disseminação do conhecimento.

Da Análise da Rede Social durante o Primeiro Semestre do Ano lectivo 2007/2008 conclui-se que “No man is an Island”:

- 100% dos participantes utilizou alguma forma de comunicação (e-mail, telefone, Pronto, outro);
- 95% dos participantes utilizou o Pronto Instant Messaging;
- 100% dos participantes utilizou e-mail;
- 52% dos participantes utilizou o telefone para contactar outros colegas;
- 62% dos participantes participou em trabalhos de Grupo;
- 67% dos participantes sabe que vive perto de outros colegas (Concelho);
- 62% dos participantes esteve presencialmente com outros colegas.

Também se concluiu que há independência entre as redes física e social:

- 84% das relações sociais identificadas são independentes da distância física.

- 100% dos alunos relaciona-se com pelo menos outro colega.
- 90% dos alunos relaciona-se com pelo menos 3 colegas.
- 43% dos alunos relaciona-se com pelo menos 5 colegas.

Fica desta forma comprovado que existe actividade social entre os participantes do curso de MSc em C&SIG à distância e que actividade social é independente da distância física. A Análise de Redes Sociais depositou ser útil para compreender como as pessoas se relacionam e comunicam umas com outras num programa de ensino a distância.

Dado o interesse do estudo realizado, bem como dos resultados alcançados, prevêem-se os seguintes desenvolvimentos futuros: Comparação da informação dos questionários com os Logs do Pronto; Continuação da Análise da Rede Social no segundo Semestre; Análise da Rede Total da 7ª Edição com os 65 participantes: 55 Alunos (47 [7ª Edição] + 8 [Outras Edições]), 9 Docentes e 1 Coordenador; Cálculo dos Clusters Sociais; Inclusão do parâmetro da Distância Física na Rede Social; Comparação da actividade social com as classificações obtidas.

BIBLIOGRAFIA

Abbey, B., (2000). Instructional and Cognitive Impacts of Web-Based Education, Idea Group Publishing.

Chickering, A. W., & Gamson, Z. F., (1987). Seven principles for good practice in undergraduate education. AAHE Bulletin.

Clark, L., (2006). Network Mapping as a Diagnostic Tool. Centro Internacional de Agricultura Tropical, La Paz, Bolivia.

Dodge, B., (1995). Some thoughts about WebQuests. San Diego State University.

Duggleby, J., (2000). How to be an online tutor, Gower.

Missão para a Sociedade da Informação (1997). Livro verde para a sociedade da informação em Portugal, Ministério da Ciência e Tecnologia.

Neto, M., (2008) Materiais da Unidade Curricular “Gestão do Conhecimento”, ISEGI-UNL.

Painho, M., Peixoto, M. e Cabral, P., (2004). e-Learning no ISEGI: Desafios e Organização in Desenvolvimento do e-Learning na F.M.L., Revista da Faculdade de Medicina de Lisboa, RFML 2004; Série III, 9 (2): 0-0. In press.

Piette, M. et al., (1992). A study of the publication of scholarly output in economics journals. Eastern Economic Journal, Vol. 18, No. 4, pp. 429-436.

Rosenberg, Marc J. (2001). E-Learning: Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age. McGraw-Hill.

Parte IX

Infra-estruturas de Dados Espaciais

IDE-OTALEX - Infra-estrutura de Dados Espaciais transfronteiriça Alentejo Extremadura

**Batista, T. ¹; Ceballos, F. ²; Caballero, C. ² Rodríguez, A. ³, Vivas, P. ⁴,
Ramos, A. ⁵, Reis, S. ⁶, Fernández, I., ⁷, Luna, J. ⁸, Nunes, D. ⁹,**

1 Associação de Municípios do Distrito de Évora, Universidade de Évora, Évora, Portugal; tbatista@amde.pt

2 Junta de Extremadura, Mérida, Espanha; territorio@fomento.juntaex.es, ccaballeroc@fomento.juntaex.es

3 Instituto Geográfico Nacional, Madrid, Espanha; afrodriguez@fomento.es

4 Centro Nacional de Información Geográfica, Madrid, Espanha; pedro.vivas@cnig.es;

5 Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo, Évora, Portugal; andre.amos@ccdr-a.gov.pt

6 Instituto Geográfico Português, Lisboa, Portugal; sreis@igeo.pt

7 Gerencia Regional del Catastro en Extremadura, Badajoz, Espanha; urbana@extremadura.catastro.meh.es

8 Diputación de Badajoz, Badajoz, Espanha; jluna@dip-badajoz.es

9 Associação de Municípios do Norte Alentejano, Portalegre, Portugal; dalia.nunes@amna.pt

Resumo

A presente comunicação dá conta dos trabalhos desenvolvidos no âmbito do projecto OTALEX – Observatório Territorial Alentejo (Portugal) Extremadura (Espanha), co-financiado pelo Programa Interreg IIIA e desenvolvido entre 2006 e 2008 pela parceria que integra 4 entidades portuguesas¹ e 5 entidades espanholas².

O OTALEX constitui um sistema de monitorização e análise do território transfronteiriço Alentejo-Extremadura e resulta do trabalho de harmonização de dados cartográficos e alfanuméricos realizado ao longo de diversos projectos de cooperação transfronteiriça.

O principal objectivo é a implementação de uma Infra-estrutura de Dados Espaciais – IDE-OTALEX, como a forma mais efectiva de dispor de um sistema de informação territorial e ambiental para a área Alentejo-Extremadura. A metodologia adoptada e as opções realizadas permitiram a criação do primeiro IDE, não piloto, transfronteiriço e multilingue, desenvolvido segundo uma arquitectura distribuída e flexível, capaz de constituir um observatório para o

¹ Associação de Municípios do Distrito de Évora (AMDE), Associação de Municípios do Norte Alentejano (AMNA), Comissão de Coordenação Regional do Alentejo (CCDRA) e Instituto Geográfico Português (IGP)

² Junta da Extremadura (JE) (Chefe de Fila), Diputación de Badajoz - Área de Fomento (DipB-AF), Diputación de Badajoz - Área de Desarrollo Local (DipB-ADL), Dirección General de Catastro (DGC) e o Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

desenvolvimento sustentável e protecção ambiental de áreas rurais de baixa densidade.

Palavras-Chave: IDE - Infra-estrutura de dados Espaciais, Geoportal, Cooperação transfronteiriça, Interoperabilidade, Observatório, Território, Ambiente.

1 Introdução

O Alentejo, em Portugal, e a Extremadura, em Espanha, são territórios contíguos, transfronteiriços caracterizando-se por especificidades ecológicas, territoriais e socio-económicas muito próximas. Por um lado caracterizam-se ambos por terem sistemas urbanos débeis e com fraca articulação, baixas densidades populacionais (inferior a 30 hab./Km²) e fraca dinâmica socio-económica. Por outro, têm uma abundância de recursos naturais e culturais de elevado valor patrimonial, elevada qualidade ambiental do território e amplos espaços não urbanizados que urge preservar. Estas características, problemas e potencialidades comuns levam à procura de soluções similares para os mesmos tipos de problemas.

Assim, há mais de uma década que um grupo de entidades de ambos os lados da fronteira hispano-portuguesa tem vindo a perseguir o objectivo de **monitorizar e avaliar as diferentes transformações do território Alentejo-Extremadura**. São disso prova os diversos projectos em comum desde 1997, nomeadamente o CoordSIG³ o PlanExAL⁴, o GEOALEX⁵ e o presente projecto OTALEX⁶.

O OTALEX é um Observatório Territorial da zona Alentejo-Extremadura e tem como objectivo a monitorização e análise de alterações decorrentes de fenómenos naturais e da actividade humana sobre o território. A principal tarefa desenvolvida

³ CoordSIG (1997-2000) – projecto co-financiado pelo programa Interreg IIC em que participaram a Junta da Extremadura (JE), a Associação de Municípios do Distrito de Évora (AMDE), o Instituto Português de Cartografia e Cadastro (actual Instituto Geográfico Português - IGP), o Ministério de Medio Ambiente, o Gobierno de Aragon e a região Midi-Pirinée.

⁴ PlanEXAL (2003-2005) – projecto co-financiado pelo programa Interreg IIIA, em que participaram a JE e a AMDE.

⁵ GeoALEX (2004-2006) – projecto co-financiado pelo programa Interreg IIIA em que participaram como sócios a JE, a AMDE, o IGP, o Instituto Geográfico Nacional (IGN), a Associação de Municípios do Norte Alentejano (AMNA), a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo (CCDRA), a Diputación de Badajoz (Área de Fomento) e a Dirección General de Catastro (DGCE)

⁶ OTALEX (2006-2008) – projecto co-financiado pelo programa Interreg IIIA em que participaram como sócios a JE, a AMDE, o IGP, o Centro Nacional de Información Geografica (CNIG), a Associação de Municípios do Norte Alentejano (AMNA), a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo (CCDRA), a Diputación de Badajoz (Área de Fomento), Diputación de Badajoz (Área de Desarrollo Local) e a Dirección General de Catastro (DGCE)

foi a implementação de uma Infra-estrutura de Dados Espaciais - IDE que permite a visualização e a partilha de informação geográfica entre os diversos parceiros do projecto e que ao mesmo tempo constitui o primeiro observatório transfronteiriço para o desenvolvimento sustentável e protecção ambiental de áreas rurais de baixa densidade populacional.

Esta comunicação é apresentada por um conjunto de dez autores, que representam grupos de trabalho mais amplos, reflexo de que uma IDE é sempre um projecto colectivo e colaborativo, construído a partir das sinergias e do esforço coordenado de um grupo de especialistas e de organizações.

1 Enquadramento histórico

A criação da IDE-OTALEX é possível graças aos desenvolvimentos realizados nos projectos anteriores, cujos objectivos e resultados se resumem na figura 1.

Projecto	Objectivos	Resultados obtidos
CoordSIG (1997-2000)	Coordenação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e compatibilização de dados	Normalização de informação entre Portugal e Espanha, teste de cartografia contínua
PlanEXAL (2003-2005)	Abordar estratégias comuns de planeamento de ambos os lados da fronteira Espanha-Portugal	Completagem de cartografia para ambos os lados da fronteira, ortofotomapas, estudo de disseminados e plano Territorial
GeoALEX (2004-2006)	Desenvolvimento de um modelo de gestão territorial e ambiental para a zona Alentejo-Extremadura	Modelo GESTA, cartografia – catálogo de objectos comum, dados e indicadores transfronteiriços harmonizados
OTALEX (2006-2008)	Criação de um observatório territorial transfronteiriço Alentejo-Extremadura	Criação da IDE-OTALEX, harmonização de dados segundo as normas internacionais

Figura 1. Colaboração transfronteiriça Alentejo-Extremadura

A compatibilização desenvolvida nos diversos projectos permitiu a criação de uma ferramenta informática de elevado potencial, para a partilha efectiva de

informação territorial e ambiental desta área transfronteiriça entre os parceiros e para os utilizadores da Internet, em geral.

2 Criação da IDE-OTALEX: metodologia

A IDE-OTALEX é constituída por um nó central (chefe de fila) e por nós locais (restantes sócios), os quais comunicam entre si através de serviços WMS (Web Map Service), CSW (Catalog Service Web), WFS (Web Feature Service) e Nomenclator (pesquisa de topónimos).

É constituída por cartografia a diferentes escalas, compatibilizada e criada segundo um catálogo de objectos comum a Portugal e Espanha [1], este desenvolvido no projecto GEOALEX, e adaptada à Directiva INSPIRE (D 2007/2/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de Março de 2007). Esta adaptação implicou a reclassificação dos temas cartográficos para as classes estabelecidas nos anexos da Directiva [2]. Houve ainda que definir um sistema único de referencia geográfica, o ETRS89, (European Terrestrial Reference System 1989), reprojectando toda a cartografia do nó central e nós locais, para ser servida na IDE-OTALEX.

É constituída ainda por uma série de indicadores sócio-económicos e ambientais que caracterizam e monitorizam o território Alentejo-Extremadura. Estes indicadores foram previamente estudados, compilados e harmonizados, de forma a constituírem um repositório de informação sobre o território, comparável e quantificável [3]. Também no caso dos metadados criou-se o Núcleo de Metadados OTALEX onde foram definidas as regras de publicação de metadados e de informação no IDE-OTALEX, de acordo com a Norma ISO19115.

O IDE-OTALEX implementou-se a partir dos seguintes passos:

2.1 Análise da situação de referência

O projecto conta com nove sócios pertencentes a dois países distintos e que cobrem três níveis de administração do território: nacional, regional e local. Este facto levou à necessidade de um levantamento sistemático acerca do estado, armazenamento, estabilidade e disponibilidade dos dados espaciais de interesse para o projecto, com o objectivo de avaliar a melhor solução tecnológica para a

implementação do IDE-OTALEX. Deste estudo, levado a cabo pela empresa SADIEL [4](contratada pela JE), obtiveram-se os seguintes resultados:

ARQUITECTURAS EXISTENTES NOS DIVERSOS SÓCIOS	
Arquitectura lógica	MapServer, Geoserver, PostGis, Smallworld, mySql; ESRI (ArcSDE, ArcGIS)
FLUXO DE INFORMAÇÃO	
Normalização de dados	Todos os organismos
Controlo de qualidade	Todos os organismos
Manutenção dos dados	70% dos organismos
DISPONIBILIDADE DE DADOS	
Simbologia própria	Sim - sócios espanhóis; Dependente do IGP – sócios portugueses (excepto a AMDE)
Classificação temática própria	Sim - sócios espanhóis; Dependente do IGP – sócios portugueses (excepto a AMDE)
Metadados	Sim - sócios espanhóis; Dependente do IGP – sócios portugueses (excepto a AMDE)
Toponímia	Dependente do CNIG-IGN e do IGP
SISTEMAS DE REFERÊNCIA	
Sistemas	ED50, D73, ETRS89
FERRAMENTAS SIG E CAD	
Ferramentas	Geomedia, Esri, Smallworld, gvSig, AutoCad, MicroStation, NgXis
ALMAZENAMENTO DE DADOS	
Armazenamento	Shp, Tif, Ecw, Dgn, Dxf, ArcInfo, ArcSDE, Oracle Spatial, Smallworld, Personal Geodatabase, MySql

Figura 2. Situação de referência

A solução para a compatibilização e interoperabilidade da diversidade reflectida na figura 2, passou por um exercício de concertação e de desenvolvimento de produtos em software livre.

2.2 Desenvolvimento tecnológico



O desenvolvimento tecnológico da IDE-OTALEX baseou-se em cinco pilares essenciais: 1 – interoperabilidade dos sistemas, 2 - tecnologia *opensource*, 3 - arquitectura modular, 4 – baseado em standards e 5 - multilingue.

2.2.1. Arquitectura

O Geoportal da IDE-OTALEX e o nó principal, estão fisicamente nos servidores da Junta de Extremadura, sediada em Mérida, o qual contém as páginas do Geoportal, os clientes de WMS, CSW e Nomenclator, e os serviços básicos do projecto. O serviço de metadados está também centralizado e definiu-se uma solução mista para o serviço de topónimos, tendo uma parte no nó central, com a possibilidade de aceder ao serviço distribuído.

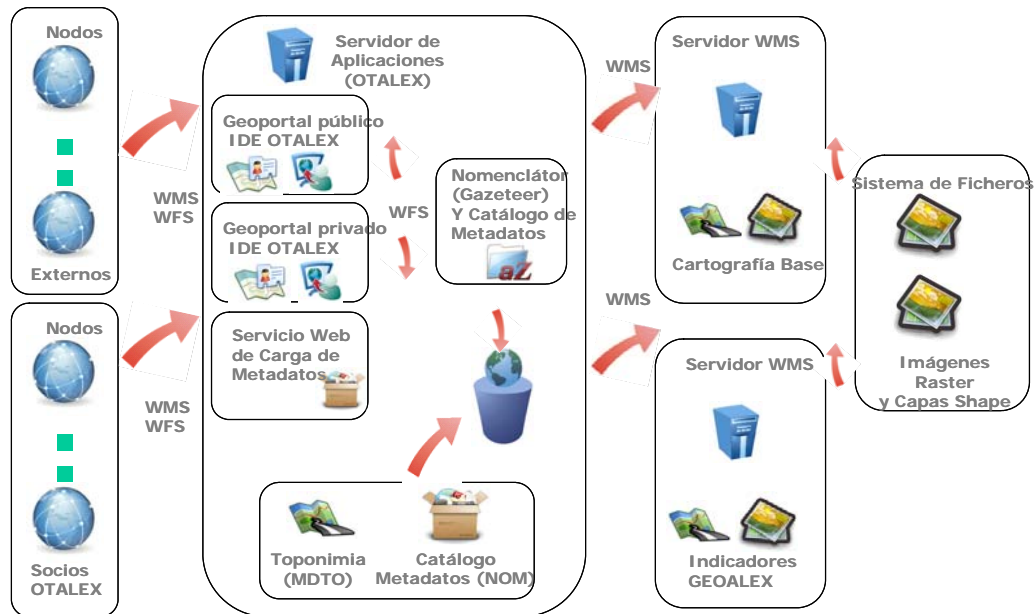


Figura 3. Arquitectura IDE-OTALEX

No nó central alojam-se os dados de base que não precisam de actualizações, assim como os dados temáticos procedentes dos indicadores já harmonizados. Os nós locais servirão dados próprios da sua competência, de acordo com a estruturação temática e simbologia procedentes da cartografia contínua 1:10.000 do IGP e da JE e temática de cada parceiro.

2.2.2. Solução de software

Foi também avaliada a solução de software que mais se apropriava ao projecto a desenvolver, partindo-se da base de utilização de software livre e sistemas modulares. Assim, definiu-se a utilização das seguintes ferramentas:

Ferramenta seleccionada	Campo de aplicação
PostgreSQL + PostGIS	Base de dados
MapBuilder	Cliente Ligeiro <i>Open Source</i>
MapServer	Servidor de Mapas WMS (<i>raster</i>)
GeoServer	Servidor de Mapas WMS (<i>vectorial</i>)
DeeGree	Servidor CSW
DeeGree	Servidor WFS

Figura 4. Ferramentas utilizadas nos serviços da IDE-OTALEX

2.3 Resultados

2.3.1. Geoportal

O Geoportal é o resultado visível do trabalho realizado e está disponível a partir do endereço <http://62.175.255.23:8080/GeoportalOtalex/cargaGeoportal.do>. Este portal pretende ser intuitivo e de fácil utilização, permitindo um acesso rápido aos serviços. Tem três acessos base: Servidor de mapas, Pesquisa de Metadatos e Nomenclator (pesquisa de topónimos). Tem também informação sobre o projecto, sobre a parceria, administração, entre outra.



Figura 5. Geoportal OTALEX.

2.3.2. Visualizador de dados geográficos (VDG)

As funcionalidades básicas do VDG são: zoom, mapa de enquadramento, cálculo de distância, cálculo de superfície, adicionar novos serviços, adicionar temas, visualizar temas, impressão, selecção de escala, selecção de sistema de coordenadas, informação de elemento, ...

O núcleo central contém os dados geográficos de referência e os temáticos dos indicadores. Os dados de base são: imagem satélite, vias de comunicação principais, hidrografia principal, núcleos de população maiores de 10.000 habitantes e limites administrativos.

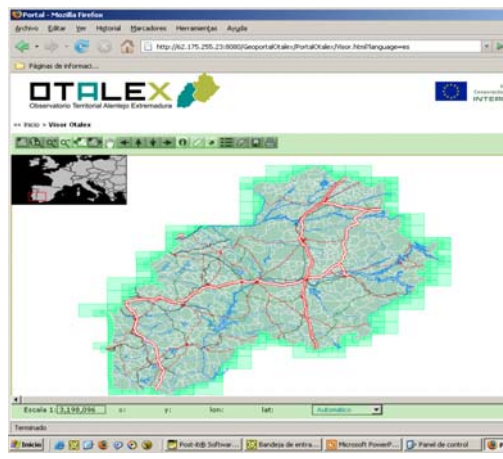


Figura 6. Visualizador de dados geográficos

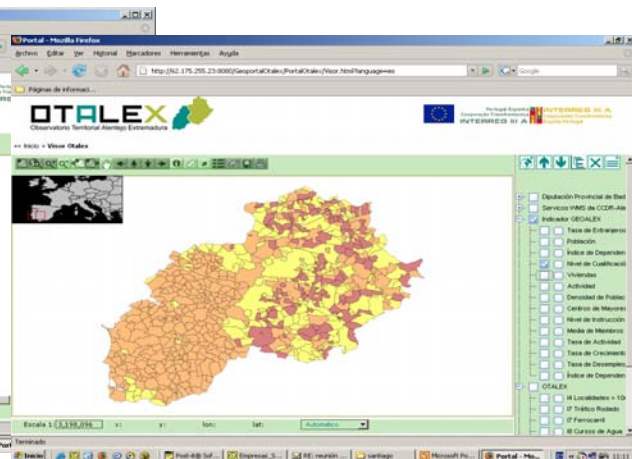


Figura 7. Ex. Indicadores – Nível de

Os indicadores socio-económicos são, entre outros: população por município, densidade populacional, taxa de crescimento vegetativo, índice de dependência de idosos, índice de dependência juvenil – infantil, taxa de população estrangeira, total de centros de idosos, taxa de actividade, taxa de natalidade, media de membros por família, predomínio de vivendas segundo ocupação, etc. e ainda alguns indicadores físico-ambientais ainda em análise.

2.3.3. Serviço de Mapas

Cada nó local serve os seus dados em ETRS89, para além dos sistemas de coordenadas normais utilizados habitualmente na sua organização. O cliente suportará os sistemas de referência próprios de Espanha e de Portugal e os internacionais ETRS89 e WGS84.



Figura 8. Serviços dos sócios CCDRA e DipB.

Os dados pertencentes a cartografia continua, procedentes do IGP (Portugal) e da JE (Espanha) à escala 1:10.000, foram estruturados em temas ajustados aos anexos I, II, III de INSPIRE, tendo-se chegado a um consenso relativamente ao catálogo de fenómenos comum aos dois países, herdado em grande parte do projecto anterior GEOALEX, mas ajustado à nova função de serem servidos para a Internet.

O sistema pode integrar serviços de dados externos e ser integrado também noutros IDEs.



Figura 9. Integração do IDE-OTALEX no IDENA

2.3.4. Metadados

Para a definição dos metadados elegeram-se, com base no trabalho já desenvolvido no âmbito do Núcleo Espanhol de Metadados (NEM), 16 metadados obrigatórios.

1. Contacto para os Metadados	2. Informação sobre a qualidade dos dados	3. Data de criação dos Metadados
4. Identificador do Arquivo de Metadados	5. Resumo descritivo do Conjunto	6. Data de Referencia do conjunto de

	de dados	dados
7.Título	8.Extensão Geográfica do Conjunto de Dados	9.Idioma do Conjunto de Dados
10. Responsável do Conjunto de Dados	11.Restrições sobre o recurso	12.Uso Específico do recurso
13.Resolução espacial do conjunto de dados	14.Categoria do Tema do Conjunto de dados	15.Idioma dos Metadados
16.Sistema de referencia		

Figura 10 - Metadados OTALEX.

Os sócios do projecto efectuam o carregamento inicial dos metadados e a sua posterior gestão, a partir de uma aplicação disponibilizada via Internet.

2.3.5. Serviço de Topónimos (Nomenclator)

Adopta-se o Modelo Espanhol de Topónimos uma vez que até à data do projecto, Portugal não dispunha de qualquer modelo desenvolvido, e por este se adaptar sem qualquer modificação. O serviço de Nomenclator apoia-se no carregamento de topónimos no núcleo central a partir dos dados do CNIG e do IGP. A pesquisa é feita através do acesso no geoportal.

3 Considerações finais

Estamos numa fase de grande revolução no campo da informação em geral e da geográfica, em particular. Em poucos anos passámos de compiladores e analistas de dados dentro das próprias organizações, para através das potencialidades proporcionadas pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), passarmos a trabalhar em rede, proporcionado às administrações públicas a partilha de informação a diversos níveis e também entre administrações de diferentes países.

A rede é um espaço livre, que absorve todo o tipo de informação, pelo que é cada vez mais importante definir metodologias que imprimam qualidade e fiabilidade aos serviços disponibilizados. Por esta razão as IDE são tão importantes, por um lado pela disponibilização de informação geográfica por outro pelos serviços de dados que permitem, nomeadamente para análise e confrontação com outras IDE.

A IDE-OTALEX tem uma responsabilidade acrescida, a de conseguir implementar uma IDE transfronteiriça. De futuro, a IDE-OTALEX deverá adaptar-se às normas de usabilidade e acessibilidade, e melhorar os actuais serviços e implementar outros.

Como resultados importantes derivados da implementação do IDE-OTALEX salientamos os seguintes:

- Consolidação de um regime permanente de intercambio e análise de informação territorial entre os agentes que contribuem para o desenvolvimento do território Alentejo-Extremadura, nomeadamente aos três níveis de Administração: nacional, regional e local.
- Colaboração no desenvolvimento de metodologias comuns para a harmonização de dados territoriais e ambientais, os quais permitem o desenvolvimento de outros projectos nesta área transfronteiriça, a partir da informação já compilada e disponível na IDE-OTALEX.
- Contribuição para a difusão e disseminação de informação geográfica oficial e dos resultados do projecto através de um Geoportal transfronteiriço e multilingue.

Referências

[1] BATISTA, M.T.F. E RODRIGUEZ, F.C. (DIRS) 2006. *GeoALEX – Cartografia Comum Alentejo-Extremadura*. Agencia Extremeña de la Vivienda, el Urbanismo y el Terrotório (Junta da Extremadura) e Associação de Municípios do Distrito de Évora Edt.Tecnigraf. Badajoz. 183 pp.

[2] DIRECTIVA 2007/2/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, del 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire)
<http://www.europarl.europa.eu>

[3] BATISTA, M.T.F. E RODRIGUEZ, F.C. (DIRS) 2006. *GEOALEX – Modelo de gestão ambiental e territorial para a área transfronteiriça Alentejo-*

Extremadura. Agencia Extremeña de la Vivienda, el Urbanismo y el Terrotório (Junta da Extremadura) e Associação de Municípios do Distrito de Évora EDTs.Tecnigraf. Badajoz. 310 pp.

[4] SADIEL - Consultoría, Servicios Tecnológicos y Outsourcing 2006. Documentos de trabajo OTALEX: Análisis de la situación, Homogeneización de critérios, Libro blanco OTALEX, Análisis del sistema de información e Estudio Tecnológico.

La IDE de España vista como una caja de Herramientas compuesta de Servicios Web

(Spanish NSDI as a Toolbox of Web Services)

**Paloma Abad⁽¹⁾, Antonio F. Rodríguez Pascual⁽²⁾, José Ángel Alonso⁽³⁾,
Alejandra Sánchez Maganto⁽⁴⁾, Carlos González⁽⁵⁾, Carolina Soteres⁽⁶⁾.**

⁽²⁾Secretario de la Comisión de Geomática del Consejo Superior Geográfico para el desarrollo de la IDEE. ⁽¹⁾Jefe de Servicio de Infraestructura de Información Geográfica,

⁽³⁾Técnico Superior de Proyectos Informáticos, ⁽⁴⁾Analista funcional. ⁽⁵⁾Ingeniero Geógrafo, ⁽⁶⁾Ingeniero Técnico en Topografía.

D.G. del Instituto Geográfico Nacional, Madrid. España

Palabras clave

Infraestructuras de Datos Espaciales, INSPIRE, Información geográfica, interoperabilidad, cartografía, estándares, Servicios OGC.

Resumen

Se presenta la filosofía, estructura y estado de desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), proyecto coordinado por el Grupo de Trabajo IDEE definido en 2002 por la Comisión de Geomática del Consejo Superior Geográfico. La IDEE se plantea como sistema distribuido, descentralizado y policéntrico, implementadosobre la Red.

A través de una Infraestructura de Datos Espaciales se pretende que a todos los niveles,nacional, regional y local, ofrecer unos datos espaciales más abundantes y fiables, de manera, que se pueda optimizar la explotación de los datos disponibles y desarrollar servicios destinados a mejorar la accesibilidad e interoperabilidad de los datos.

Se describe el funcionamiento, actores del Grupo de la Trabajo de la IDEE con el objeto de conseguir que la infraestructura de datos Espaciales integre las iniciativas para establecer infraestructuras de datos espaciales de todas las Administraciones Públicas y de todos los sectores temáticos, profesionales y económicos interesados en construir una infraestructura de datos.

El geoportal de la IDEE (www.idee.es) es la materialización de todas estas ideas ya que recoge todas las iniciativas de las IDEs en España, que constituye una realidad emergente en el sentido de que presenta cualidades que no aparecen en cada uno de sus nodos componentes, cualidades que surgen de la interacción y cooperación entre ellos, cuyo objetivo es facilitar la búsqueda, selección, visualización, acceso y utilización de datos y servicios geográficos, integrando de modo transparente una colección de nodos a nivel nacional, regional y local. Este proyecto está en línea con las especificaciones de Open Geospatial Consortium (OGC), con las normas ISO19100 y con la filosofía y principios de la iniciativa INSPIRE.

Introducción

La actividad humana tiene un claro componente de carácter geográfico. Todas y cada una de nuestras acciones tiene lugar en alguna parte del planeta y, por tanto, puede ser referenciada sobre un mapa.

La información geográfica está llamada a jugar un destacado papel en el logro de la denominada Administración Electrónica. La presencia de esta información será muy relevante en aquellos servicios de la Administración que se encuentren dirigidos a los ciudadanos, pero donde indudablemente su consideración será crítica para alcanzar los principios de coordinación, cooperación, eficacia y eficiencia será en los servicios inter-administrativos y en los de gestión interna. Hasta hace poco tiempo, el acceso a la información geográfica resultaba sumamente costoso y, en ocasiones, se encontraba restringido a un grupo muy limitado de personas u organizaciones. Además, el acceso era el primero de una serie de obstáculos a superar ya que una vez que se dispone de los datos hay que afrontar su procesamiento y su actualización. La conjunción de todos estos factores podía desencadenar en un incremento de los costes que no pudiera ser afrontado por quienes deseaban disponer de esta información.

La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) se está erigiendo como el entorno óptimo para la superación de todos los impedimentos que en el pasado se encontraban indefectiblemente ligados a la información geográfica gracias al impulso proporcionado por las Administraciones Públicas, que difunden su

información mediante servicios que hacen uso de estándares públicos y recomendaciones que garantizan la búsqueda, acceso e interoperabilidad sintáctica y semántica de la información geográfica.

La armonización de la Información Geográfica

Una adecuada información geográfica constituye los cimientos sobre los que erigir una Administración Electrónica orientada al ciudadano, a la provisión de servicios de calidad y a una eficiente gestión de los recursos y del personal a sus servicio.

La información geográfica se genera en todas las Administraciones Públicas, tanto a nivel nacional como regional y local, y una información geográfica de calidad lleva asociada la necesidad de armonizar los datos. La armonización de estos datos geográficos puede efectuarse de dos formas diferentes: mediante la implantación de un Sistema de Información Geográfica único en el ámbito administrativo o a través de la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales de carácter nacional.

La implantación de un Sistema de Información Geográfica único representaría un reto no sólo técnico y tecnológico sino también político y jurídico pues conllevaría la delegación de la gestión y administración de los datos geográfico a un sistema único. La complejidad en cada uno de los cuatro pilares anteriores supone que éste sea un sistema completamente irrealizable.

La creación de una Infraestructura de Datos Espaciales de carácter nacional no deja de ser un reto a nivel técnico, tecnológico, político y jurídico pero, a diferencia del caso anterior, esta opción no puede ser calificada de ciencia-ficción, en especial tras el impulso que la publicación de la Directiva Inspire supone tanto en el aspecto político como jurídico. La razón de que se trate de una opción factible se fundamenta en que las Infraestructuras de Datos Espaciales, dentro del marco de la Directiva Inspire, delegan la publicación de la información espacial en los organismos responsables de la elaboración y actualización de los datos.

Desgraciadamente, las Infraestructuras de Datos Espaciales como tales sólo permiten la publicación de la información geográfica. La obtención de

Información Geográfica armonizada pasa por establecer los mecanismos de coordinación necesarios para que los datos, además de accesibles, sean datos de calidad, coherentes y consistentes. Éste es uno de los muchos objetivos de la Infraestructura de Datos Espaciales de España.

La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE)

Una IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) es un sistema informático integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, datos, aplicaciones, páginas Web,...) dedicados a gestionar Información Geográfica (mapas, ortofotos, imágenes de satélite, topónimos,...), disponibles en Internet, que cumplen una serie de condiciones de interoperabilidad (normas, especificaciones, protocolos, interfaces,...) que permiten que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda utilizarlos y combinarlos según sus necesidades.

Por otra parte una IDE se debe establecer a diferentes niveles a nivel local, regional, estatal o global, para poder llevar a cabo el establecimiento de una IDE a cualquier nivel se requiere del acuerdo de los productores, integradores y usuarios de datos espaciales del ámbito territorial en el que se establece. Este acuerdo debe considerar también las IDE definidas, o en definición, en otros ámbitos territoriales superiores, hacia las cuales deberá converger.

La justificación del establecimiento de una IDE, esta ligada a dos ideas fundamentales:

- Facilitar la búsqueda, el acceso a diferentes niveles y la consulta de los conjuntos de los datos espaciales más allá de los límites del organismo encargado de su producción.
- La oportunidad de reutilizar la información geográfica generada en un proyecto para otras finalidades y funcionalidades diferentes para las que en un principio estaba diseñada.

Y debido a las IDEs ya establecidas, la posibilidad de proporcionar un valor añadido de los conjuntos de datos espaciales a través de los servicios que se implantan en una IDE.

La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) tiene como objetivo el integrar a través de Internet los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que se producen en España, facilitando a todos los usuarios potenciales la localización, identificación, selección y acceso a tales recursos, a través del Geoportal de la IDEE, que integra los nodos y geoportales de recursos IDE de productores de información geográfica a nivel nacional, regional y local, y con todo tipo de datos y servicios de información geográfica disponibles en España. Una infraestructura de datos espaciales como hemos mencionado en el párrafo anterior consta de una serie de componentes, donde en primer lugar podrían estar los datos, clasificados en *datos de referencia* como los datos georreferenciados fundamentales que sirven de esqueleto para construir o referenciar cualquier otro dato fundamental o temático y los *datos temáticos* que incluyen valores cualitativos y cuantitativos que se corresponden con atributos asociados a los datos de referencia. En segundo lugar, y no por eso menos importante, se encuentran los *metadatos* que deben estar basados en una norma aceptada y ampliamente utilizada. Y por último los *servicios*, que ofrecen una serie de funcionalidades que resultan útiles e interesantes a una comunidad de usuarios, cambiando la forma de actuar del usuario, el cual ya no le interesa tanto descargarse los datos para poder realizar análisis sobre ellos, sino obtener directamente las respuestas que necesita y ofrecidas a través de los servicios.

INSPIRE, Consejo Geográfico Nacional y Comisión de Geomática

Dentro de las diferentes legislaciones que están surgiendo para el establecimiento de una Infraestructura de Datos Espaciales a todos los niveles en toda España, el Consejo Superior Geográfico impulsado por la Directiva INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community*) y dentro del Subgrupo de Trabajo de la Comisión de Geomática es el organismo que tiene tarea de definir y desarrollar la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). La Directiva establece los objetivos, y los Estados miembros tendrán dos años desde su publicación para ajustar sus respectivas legislaciones y procedimientos administrativos nacionales. El Consejo Superior Geográfico es un órgano superior, consultivo y de planificación en el ámbito de la cartografía. Y el objetivo de la **Comisión de Geomática** es conseguir que la IDE Nacional integre las iniciativas

para establecer IDE de todas las Administraciones Públicas y de todos los sectores temáticos, profesionales y económicos interesados en constituir infraestructuras de datos. La Comisión de Geomática, en 2002 constituyó un Grupo de Trabajo para la IDEE, que siguiendo los principios y líneas maestras de actuación de la iniciativa INSPIRE de la Comunidad Europea deberá asumir; el análisis de la información geográfica existente válida para integrarse en la IDEE, el análisis de los metadatos de información geográfica disponibles y su accesibilidad, la definición de la arquitectura, normas y especificaciones técnicas a seguir para el establecimiento e integración en la IDEE y el análisis de las políticas sobre distribución de datos, licencias y precios.

Este grupo de trabajo esta abierto a todos los actores relevantes de IDEs, a todos los niveles, formado por los productores de la información tanto en el ámbito estatal como por las universidades y empresas privadas.

Este grupo se reúne tres veces al año, promoviendo el intercambio de experiencias y el trabajo cooperativo ya que existen muchos actores desarrollando recursos en paralelo. También en estas reuniones se establecen recomendaciones mediante el consenso de:

- Un procedimiento para definir recomendaciones
- Núcleo Español de Metadatos (NEM v1.0), un conjunto mínimo de elementos de metadatos recomendados en España para su utilización a la hora de describir recursos relacionados con la información geográfica. Está formado por la ampliación del Núcleo (Core) de la Norma ISO 19115 de Metadatos, con los ítems de ISO19115 necesarios para incluir los elementos del Dublín Core Metadata, la descripción de la Calidad y los elementos requeridos por la Directiva Marco del Agua.
- Modelo de Nomenclátor de España (MNE v1.2): Conjunto de ítems fundamentales y optativos que debe de tener un nomenclátor para su aplicación en un servicio de nomenclátor. Basado en el *Alexandria Digital Library Project* y en la Norma ISO 19112 básicamente.

- Recomendación para implementar un servicio de mapas según la especificación de *Open GeoSpatial Consortium* (OGC), *Web Map Service* (WMS)

Estado de desarrollo IDEE

La Comisión de Geomática recomienda que para establecer una IDE es necesario desarrollar al menos los siguientes servicios básicos:

- Servicio de Catálogo que permita la posibilidad de localizar conjuntos de datos geográficos (mapas, hojas, ortofotos,..) que hay disponibles con unas características determinadas tales como la zona geográfica, el tema, la fecha del conjunto de datos, etc. Permitiendo poder consultar las características principales del recurso encontrado según la Norma Internacional de metadatos ISO 19115, o el Núcleo Español de Metadatos.
- Servicio Web de Mapas que ofrece la posibilidad de visualizar la información geográfica y que si sus determinadas características lo permiten, la superposición de los datos (mapas, ortofotos, MDT, etc.) para la creación de nuevos mapas.
- Servicio de Nomenclátor con el que se puede buscar nombres geográficos provenientes ya de una base de datos o de un nomenclátor.

A su vez estos servicios estándares serían invocados por clientes que deben de tener las funcionalidades necesarias para aprovechar toda la información ofrecida por los servicios, estableciendo por ejemplo, unos criterios de búsqueda.

Y al cumplir con el requisito de ser servicios interoperables permite que los datos estén ubicados en servidores diferentes, distribuidos geográficamente, y pertenecientes a diferentes organizaciones e instituciones.

Uno de los servicios más extendido a todos los niveles, nacional, regional, local y en el ámbito de la universidad es el servicio de visualización de mapas, implementado a través del servicio de *Open GeoSpatial Consortium* (OGC), *Web Map Service* (WMS). Existen actualmente 160 servicios de mapas (WMS) que contienen unas 2100 capas de información espacial tanto vectorial como ráster.

De los otros servicios podemos decir que el servicio de catálogo del geoportal de la IDEE, posee más de 40.000 registros de datos procedentes del Instituto Geográfico Nacional y del Institut Cartogràfic de Catalunya. Y del servicio de Nomenclátor implementado tan solo en el geoportal de la IDEE utiliza una base de datos de 480.000 topónimos aproximadamente.

Además dentro del Grupo de Trabajo de la IDEE se promueve la celebración de unas Jornadas Técnicas sobre IDEs, cuya participación es abierta a todos los sectores, con el objeto de impulsar el desarrollo y el conocimiento de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) como aporte sustancial al desarrollo de la Sociedad de la Información, En estas jornadas se muestra el estado de las IDEs, tanto institucionalmente como técnicamente, se forma un foro técnico de intercambio de conocimiento y se proporciona el impulso coordinado a todos los agentes involucrados para poder situar a España como una referencia de vanguardia del desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Unión Europea.

Geoportal IDEE

El Geoportal IDEE, disponible en www.idee.es, presenta múltiples recursos para facilitar el acercamiento de los usuarios a las IDE's y permitir el acceso a los recursos disponibles en la Infraestructura de Datos Espaciales de España.

Se trata de un Geoportal multilingüe en 7 idiomas que cumple varias funciones distintas:

- Difusión de noticias y documentos. En el Geoportal se publican noticias de interés en el ámbito de la IDEE así como documentos promovidos dentro del seno de la Comisión de Geomática para lograr la armonización de la información.
- Acceso a enlaces de interés. Se dispone de múltiples enlaces a páginas web entre las que se encuentran las principales organizaciones en el campo de las Infraestructuras de Datos Espaciales y los Geoportales de las diferentes Comunidades Autónomas.

desarrollo que permitan explotar al máximo la potencia que encierra la Información Geográfica. Entre algunas de estas áreas de trabajo se encuentra, por un lado, facilitar el acceso de neófitos a estas infraestructuras y la publicación de los datos y servicios disponibles y, por otro lado, la creación de servicios avanzados que se nutran de los datos proporcionados por la IDEE.

La transformación del Geoportal de la IDEE en un entorno de gestión e intercambio de conocimiento es un aspecto clave para promover la participación de un mayor número de actores y, consecuentemente, la difusión de este tipo de tecnologías a ámbitos donde todavía no ha irrumpido.

Finalmente, es necesario fomentar la creación de servicios de valor añadido para los que la Información Geográfica proveniente de la IDEE represente una de las patas sobre las que se asienta la funcionalidad que proporcionan a los usuarios. Estos servicios podrían presentar objetos muy diversos yendo desde el ocio hasta el ámbito más profesional donde quedarían enmarcados los servicios de Administración Electrónica.

Conclusiones

La Información Geográfica es un recurso que en el pasado no ha recibido un tratamiento acorde a las innumerables ventajas que su uso conlleva, ya que resulta clave para la implantación de servicios de Administración Electrónica que puedan satisfacer los deseos de los usuarios y garanticen una óptima gestión de las instituciones.

El papel marginal al que quedó relegada la Información Geográfica desaparece con el establecimiento del nuevo esquema de provisión, el representado por las IDE's, y que, en conjunción con la existencia de un organismo coordinador como es el Consejo Superior Geográfico en el caso de IDEE, puede lograr la armonización de estos datos geo-referenciados.

Una situación como la actual en la que la IDEE se manifiesta como el entorno natural de acceso e intercambio de Información Geográfica de las Administraciones Públicas introduce la necesidad de promover el desarrollo de

servicios de valor añadido que aprovechen las ventajas de disponer a través de la red de información geográfica de calidad y puntualmente actualizada.

INTEROPERABILIDADE PARA IDE & PORTAIS DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL

CASO DE ESTUDO: EFICP

FIGUEIREDO, Carlosⁱ, REVEZ Gonçaloⁱ, SILVA, Henriqueⁱⁱ, TABORDA Eduardoⁱ,
TILSNER, Dirkⁱ

PALAVRAS-CHAVE: IDE, INSPIRE, interoperabilidade semântica & técnica, metadados, harvesting de catálogos, indicadores de informação ambiental

Resumo

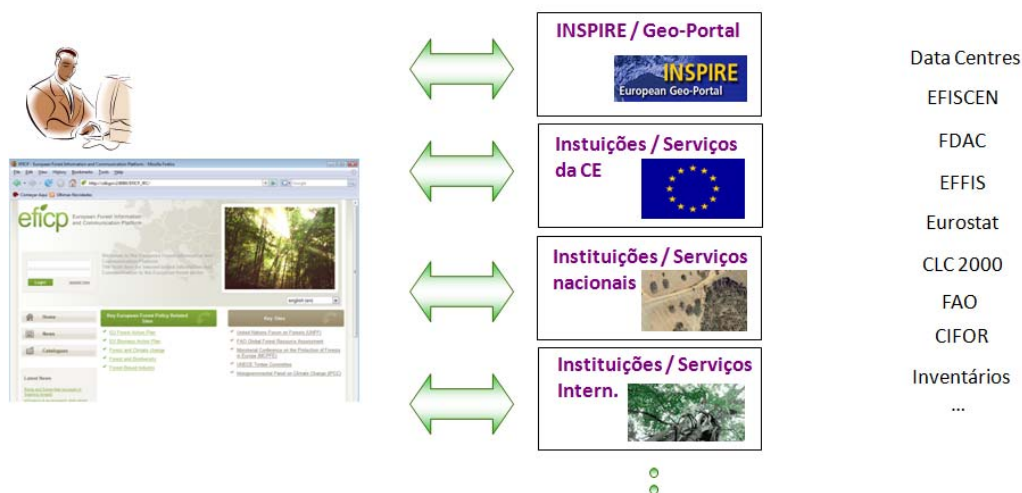
Esta comunicação apresentará conceitos e soluções para assegurar a interoperabilidade técnica, semântica e também organizacional em infra-estruturas de dados espaciais e associados portais temáticos de informação ambiental, tendo como referência o sistema EFICP – European Forest Information and Communication Platform, cujo desenvolvimento foi, no âmbito de um projecto de dois anos, recentemente concluído e operacionalizado no Joint Research Centre (JRC) da Comissão Europeia. O artigo detalha como os requisitos da interoperabilidade foram efectivamente considerados no desenho da plataforma EFICP e discute também alguns problemas encontrados e soluções para a sua resolução. Um dos enfoques é a interligação com o EU INSPIRE Geo-Portal e algumas particularidades do CS-W bem como os mecanismos de mapeamento de metadados OGC core para o modelo do EFICP. Outra temática abordada com maior detalhe refere à aplicação do standard SDMX para fins de comunicação entre a plataforma e os sistemas fornecedores de informação estatística de forma a dar suporte a sua análise temática e geográfica.

1. INTRODUÇÃO

O objectivo de estabelecer o Sistema Europeu de Informação e Comunicação sobre Florestas surge com o Regulamento do Conselho nº1615/89, respondendo à necessidade crescente de coordenar a produção de informação florestal nos diferentes Estados Membros visando “recolher, coordenar, harmonizar, processar

e disseminar informação relativa ao sector florestal e sua evolução e desenvolvimento”. Na sequência de diversas iniciativas (estudos e projectos piloto) [1-3], o projecto EFICP foi executado entre 2006 e 2008 por uma equipa predominantemente portuguesa e com participação directa do IGP. O novo portal pretende vir a tornar-se na porta de entrada na Internet a nível Europeu, em termos de acesso  informação e comunicação no sector florestal e oferece um conjunto de ferramentas de pesquisa, acesso, lise, visualização e download de uma vasta gama de informação relacionada com as florestas, incluindo dados georreferenciados, informação estatística, relatórios, documentos de política florestal e notícias.

Um dos desafios mais importantes para conceber sistemas desta natureza  interoperabilidade. Como plataforma de comunicação, o EFICP¹ tem que interligar-se com os mais diversos sistemas (catálogos e outras plataformas) e serviços de informação, para tal tem como base, standards e normas relativamente à arquitectura do sistema, metadados para diversos tipos de informação, descrição de serviços etc.



Ilustração 1: EFICP como porta de entrada para a informação florestal na Europa.

No que diz respeito aos serviços de informação geográfica, a concepção do sistema teve como base um conjunto de requisitos que visaram garantir a conformidade do EFICP com a directiva europeia INSPIRE [4] e respectivas normas de implementação de infra-estruturas de dados espaciais (IDE). Destaca-

¹ European Forest Information and Communication Platform

se aqui a integração com diversos sistemas do JRC², como sejam o EU INSPIRE GeoPortal, o EFDAC³ e o EFFIS⁴.

Discutimos a seguir os requisitos de interoperabilidade nos diversos níveis dando especial enfoque a alguns problemas e soluções encontradas para conceber o portal como IDE.

2. EFICP COMO INFRA-ESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS

Na qualidade de infra-estrutura de dados espaciais, o EFICP tem que ter a capacidade de comunicar com outros nós da rede INSPIRE. Estes podem ser distinguidos entre sistemas de catálogos que comunicam entre si (de acordo com o princípio da federação de catálogos) através do standard CS-W⁵, e por outro lado serviços *web mapping*. No caso dos últimos destacam-se os dois standards mais importantes e utilizados: WMS⁶ para a visualização de dados geográficos e o WFS⁷ que suporte o acesso directo e descarregamento de dados geográficos (e.g. via GML⁸).

No entanto, a definição de uma IDE não se esgota com a adopção dos referidos standards técnicos. Tendo em conta os objectivos funcionais do EFICP em relação à pesquisa e descoberta, acesso e visualização de dados (aqui espaciais), a caracterização do EFICP como IDE abrange também os seguintes aspectos:

- Serviços e fontes de dados distribuídos e heterogéneos:

O EFICP é um ponto de acesso a outros recursos (sistemas, serviços) distribuídos. Se bem que a comunicação entre sistemas tem que satisfazer sempre requisitos fundamentais de interoperabilidade técnica (e.g. utilização dos mesmos protocolos de comunicação), a interligação com os

² Joint Research Centre

³ European Forest Data Centre

⁴ European Forest Fire Information System

⁵ Catalogue Service for Web, habitualmente referido como OGC harvesting

⁶ Web Mapping Service

⁷ Web Feature Service

⁸ Geography Markup Language

outros sistemas não está sujeito a quaisquer restrições do ponto de vista da estrutura da informação trocada (ver metadados).

- Harmonização da especificação de dados:

A harmonização da especificação de indicadores florestais é um problema reconhecido cuja solução também não coube ao EFICP. No entanto, o EFICP tem que disponibilizar um modelo para a descrição desses indicadores e da estrutura específica dos dados (*datasets*) para que seja possível aceder a diversos serviços de dados (de natureza estatística) heterogneos, de forma simultnea, e agregar os mesmos no contexto de análises comparativas (temáticas, gráficas).

- Metadados:

Metadados são utilizados para descrever as características principais de recursos, principalmente para dar suporte à pesquisa e descoberta dos mesmos.

A plataforma EFICP integra um catálogo para guardar estes metadados segundo um modelo integrado próprio de forma a considerar devidamente a existência de diversos tipos de recursos (documentais, notícias, serviços de dados espaciais e estatísticos).

- Serviços:

A directiva INSPIRE distingue entre diversos tipos de serviço de informação geográfica. Deste ponto de vista, o EFICP suporta quatro tipos de serviços: *discovery*, *upload* (metadados), *download* (metadados, dados), *view (multiple)*.

- Arquitectura:

A concepção da arquitectura do sistema segue as recomendações da directiva INSPIRE em relação à arquitectura de referência (SOA⁹) e satisfaz correspondentes requisitos de interoperabilidade técnica, segurança, escalabilidade etc.

⁹ Service-Oriented Architecture

3. INTEROPERABILIDADE E CONECTIVIDADE

Segundo o conceito comum de interoperabilidade, os requisitos foram estruturados nos três níveis habitualmente utilizados:

Interoperabilidade Técnica e Conectividade:

EFICP assenta numa arquitectura orientada para serviços (SOA) e adopta respectivos standards e orientações propostas pela W3C e OASIS¹⁰. Para a comunicação com outros sistemas, a plataforma utiliza o já referido CS-W e outros protocolos de *harvesting*, nomeadamente OAI-PMH¹¹, RSS¹² e OpenSearch para sistemas que não suportam os protocolos de *harvesting* habituais. No caso dos serviços, o EFICP suporta os já referidos standards ISO/OGC de *web mapping* (WMS, WFS) e uma implementação do standard SDMX¹³ [6] para serviços de dados estatísticos - indicadores florestais (ver ponto seguinte).

Interoperabilidade Semântica:

Um dos desafios mais importantes do projecto consistia na concepção de um modelo de metadados que abrangesse além dos recursos de informação geoespacial também outros tipos. O modelo do EFICP integra portanto os correspondentes componentes e utiliza standards já referidos:

- Dublin Core (fontes comuns e bibliográficas),
- RSS (notícias),
- ISO/OGC para serviços de dados espaciais e
- SDMX para informação estatística com base na harmonização das especificações de dados florestais,

Esses componentes dão origem ao modelo de metadados do sistema, composto pela modelo de base e a extensão com SDMX:

¹⁰ Organization for the Advancement of Structured Information Standards

¹¹ Open Archive Initiative – Protocol for Metadata Harvesting

¹² Really Simple Syndication

¹³ Statistical Data and Metadata Exchange

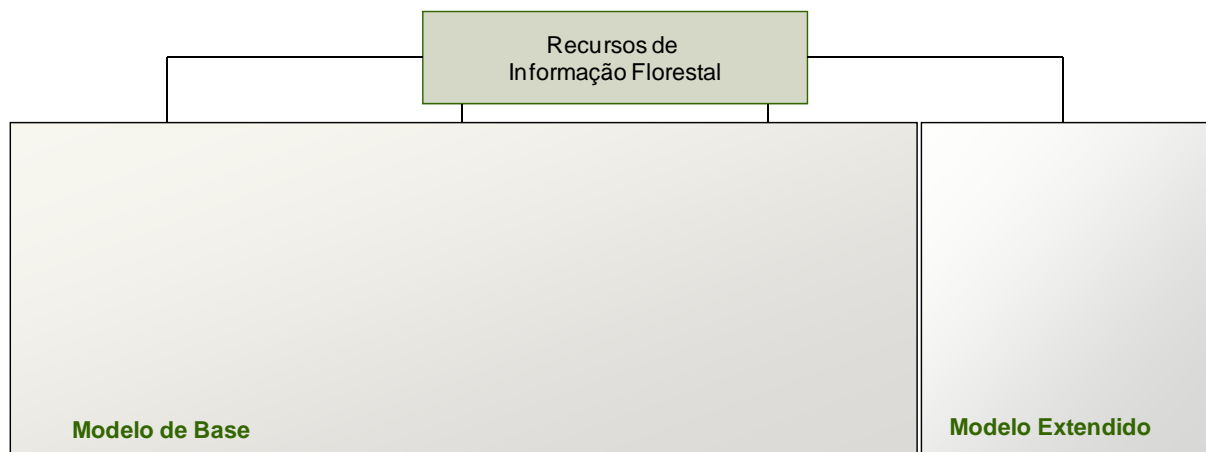


Ilustração 2: Estrutura do Modelo de Metadados.

O modelo de base serve fundamentalmente as funcionalidades de pesquisa e descoberta de recursos. O modelo utilizado pelo EFICP representa uma qualificação de Dublin Core [5]. Este inclui por exemplos os elementos obrigatórios do ISO19115 para referenciar o âmbito geográfico do recurso, bem como outros elementos que estendem o conjunto básico do Dublin Core (*Quality, Topic Category, Spatial Resolution, Service Type & Rights Restriction Code*). Destacamos que este modelo se encontra em conformidade com o chamado INSPIRE *Discovery Level 1* interface e Artigo 8. Realçamos também que a aplicação de SDMX se revelou fundamental para garantir algumas das características mais inovadoras do EFICP no que refere à possibilidade de aceder, analisar e visualizar informação geográfica e estatística, incluindo análises comparativas resultantes da agregação de dados de diferentes fontes e sistemas, de acordo com os conceitos subjacentes aos serviços harmonizados em rede conforme promovidos pela directiva INSPIRE.

Interoperabilidade Organizacional:

Para o EFICP, os requisitos de interoperabilidade organizacional relacionam-se em primeiro lugar com a necessidade de criar condições adequadas para encorajar os sistemas nacionais (i.e. seus representantes e gestores) dos Estados Membros e outras organizações para se interligarem com o novo portal. Na perspectiva da concepção do sistema, estes requisitos foram considerados através da disponibilização de diversas ferramentas para o registo, a criação, o carregamento em maiores quantidades e gestão de metadados e também para a validação dos mesmos pelos gestores do sistema (JRC). Por outro lado, a gestão do sistema

assenta na aplicação de diversos procedimentos para a gestão da qualidade e das políticas de acesso (com correspondente implementação de mecanismos de segurança e controlo de acesso).

4. INTEGRAÇÃO DO SISTEMA – PROBLEMAS E SOLUÇÕES

Apresentamos a seguir um conjunto de problemas, relacionadas com a temática da interoperabilidade, e soluções que surgiram no âmbito da implementação e integração da plataforma.

4.1 *Harvesting*

A interligação com o EU INSPIRE GeoPortal foi um dos requisitos de integração mais importantes para todo o projecto. Esta integração levanta problemas devido às particularidades do standard CS-W. Por outro lado, é preciso garantir a existência de mecanismos de mapeamento de *OGC core metadata* para o modelo do EFICP.

EFICP suporta directamente o CS-W 2.0 para a comunicação com outros sistemas de catálogo. Infelizmente, este standard ainda não tem maturidade para evitar ambiguidades na implementação e a interoperabilidade, por omissão, entre catálogos. Um dos problemas consiste na existência de vários chamados *profiles* (nomeadamente eBRIM e ISO) subjacentes à implementação dos catálogos, obrigando à criação de diversos mapeamentos. Apresentamos a seguir a solução específica para a integração do EFICP com o INSPIRE GeoPortal:

OGC Core Metadata – EFICP Baseline Model

Quando o EFICP envia um pedido (*OGC core request*, e.g. *GetRecords*) ao GeoPortal, o sistema recebe a resposta em termos de metadados OGC (*core metadata*). Para fins de visualização de acordo com o modelo de base do EFICP, estes metadados são mapeados para Dublin Core da seguinte forma:

OGC Core (CSW Response) (/GetRecordsResponse/SearchResults/ Record collection)	EFICP
-	/BASE_MODEL/eficp:mrid
/Record/title	/BASE_MODEL/dc:title
/Record/abstract	/BASE_MODEL/dc:description
/Record/abstract	/BASE_MODEL/dcterms:abstract
/Record/modified	/BASE_MODEL/dc:date = 'current year' (no OGC Core information on date)
/Record/modified	/BASE_MODEL/dcterms:modified

OGC Core (CSW Response) (/GetRecordsResponse/SearchResults/ Record collection)	EFICP
/Record/subject	/BASE_MODEL/dc:subject
/Record/type	/BASE_MODEL/dc:type
/Record/format	/BASE_MODEL/dc:format
/Record/identifier	/BASE_MODEL/dc:identifier
/Record/language	/BASE_MODEL/dc:language
/Record/relation	/BASE_MODEL/dc:relation
/Record/WGS84BoundingBox /Record/WGS84BoundingBox/UpperCorner (maxy) /Record/WGS84BoundingBox/LowerCorner (miny) /Record/WGS84BoundingBox/LowerCorner (minx) /Record/WGS84BoundingBox/UpperCorner (maxx)	/BASE_MODEL/dcterms:spatial/ @xsi:type="dcterms:Box" = 'northlimit=maxy;southlimit=miny;westlimit=minx;eastlimit=maxx'
/Record/language	xml:lang

Tabela 1: Mapeamento OGC – EFICP.

O mapeamento inverso, i.e. para responder correctamente aos pedidos do GeoPortal, é praticamente equivalente.

ISO Metadata – EFICP Baseline Model

Quando se trata de metadados ISO, é preciso considerar que existem esquemas (*schemas*) diferentes para a implementação do ISO19115. No caso do INSPIRE GeoPortal, uma resposta típica tem esta estrutura:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
GetRecordsResponse xmlns="http://www.opengis.net/cat/csw">
  RequestId>1</RequestId>
  SearchStatus status="subset" timeStamp="2007-10-25T19:45:37.584+02:00" />
  SearchResults elementSet="full" numberOfRecordsMatched="717"
    numberOfRecordsReturned="5"
    recordSchema="http://schemas.opengis.net/iso19115full/profileFull.xsd">
    ns1:MD_Metadata xmlns:ns1="http://schemas.opengis.net/iso19115full">
      ns1:fileIdentifier>
      ns2:CharacterString xmlns:ns2="http://metadata.dgiwg.org/smXML">a7c60213-7b27-
        4ccb-83eb-2f28f0034a95</ns2:CharacterString>
      </ns1:fileIdentifier>
      ns1:language>
      ns3:CharacterString
        xmlns:ns3="http://metadata.dgiwg.org/smXML">en</ns3:CharacterString>
      </ns1:language>
      ns1:characterSet>
      ns4:MD_CharacterSetCode xmlns:ns4="http://metadata.dgiwg.org/smXML"
        codeList="http://metadata.dgiwg.org/codelistRegistry?MD_CharacterSetCode"
        codeListValue="utf8" />
      </ns1:characterSet>
      ns1:hierarchyLevel>
      ns5:MD_ScopeCode xmlns:ns5="http://metadata.dgiwg.org/smXML"
        codeList="http://metadata.dgiwg.org/codelistRegistry?MD_ScopeCode"
        codeListValue="application" />
      </ns1:hierarchyLevel>
    ...
```

Ilustração 3: Resposta do INSPIRE GeoPortal.

De sublinhar que o modelo de base de metadados do EFICP só inclui o conjunto obrigatório de elementos do ISO19115 bem como outros elementos (ver secção 3). A seguinte tabela mostra exemplos para o mapeamento entre estes elementos e os metadados OGC. Em alguns casos, vários elementos ISO são mapeados para um elemento do modelo EFICP:

ISO (CSW Response) (/GetRecordsResponse/SearchResults/ MD_Metadata collection)	EFICP
/MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/citation/CI_Citation/title /MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/citation/CI_Citation/alternateTitle	/BASE_MODEL/dc:title
/MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/descriptiveKeywords/MD_Keywords/keyword (collection)	/BASE_MODEL/dc:subject
/MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/topicCategory	/BASE_MODEL/dc:subject /@xsi:type="eficp:ISOTopicCategory"
/MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/citation/CI_Citation/date	/BASE_MODEL/dcterms:created
/MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/citation/CI_Citation/presentationForm/CI_PresentationFormCode	/BASE_MODEL/dc:type
/MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/spatialRepresentationType/MD_SpatialRepresentationTypeCode/@codeListValue	/BASE_MODEL/dc:type/@ xsi:type="eficp:SpatialRepresentation"
/MD_Metadata/identificationInfo/CSW_ServiceIdentification/serviceType	/BASE_MODEL/eficp:serviceType
/MD_Metadata/dateStamp	/BASE_MODEL/dc:date
/MD_Metadata/language	/BASE_MODEL/dc:language
/MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/extent/EX_Extent/geographicElement/EX_GeographicBoundingBox /MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/extent/EX_Extent/geographicElement/EX_GeographicBoundingBox/northBoundLatitude (maxy) /MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/extent/EX_Extent/geographicElement/EX_GeographicBoundingBox/southBoundLatitude (miny) /MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/extent/EX_Extent/geographicElement/EX_GeographicBoundingBox/westBoundLongitude (minx) /MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/extent/EX_Extent/geographicElement/EX_GeographicBoundingBox/eastBoundLongitude (maxx)	/BASE_MODEL/dcterms:spatial/ @xsi:type="dcterms:Box" = 'northlimit=maxy;southlimit=miny;westlimit=minx;eastlimit=maxx'
/MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/descriptiveKeywords/MD_Keywords/keyword	/BASE_MODEL/dcterms:spatial/@ xsi:type="eficp:NUTS

ISO (CSW Response) (/GetRecordsResponse/SearchResults/ MD_Metadata collection)	EFICP
/MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/resourceConstraints/MD_Constraints	/BASE_MODEL/dc:rights
/MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/resourceConstraints/MD_LegalConstraints/accessConstraints/MD_RestrictionCode	/BASE_MODEL/dc:rights /@xsi:type="eficp:RestrictionCode"
/MD_Metadata/identificationInfo/MD_DataIdentification/resourceConstraints/MD_LegalConstraints	/BASE_MODEL/dcterms:accessRights

Tabela 2: Mapeamento ISO – EFICP.

4.2 *Web Mapping*

Existem duas formas de registar serviços de *web mapping* OGC no EFICP. Primeiro, um serviço pode ser registado como um recurso s3, incluindo todos os seus conte3dos organizados em camadas (*layers*). Por raz3es 3bvias, um crescente n3mero destas camadas em um serviço, torna a pesquisa e o acesso ao serviço pouco pr3tico e amig3vel para o utilizador. Para poder pesquisar, encontrar e aceder de forma mais precisa 3 informac33o (ou seja, camadas espec3ficas numa perspectiva de produto de dados), conv3m portanto efectuar v3rios registos do mesmo serviço, cada um para uma camada (ou um conjunto reduzido).

Esta abordagem levanta outro problema de usabilidade relacionado com o registo do serviço, ou seja, este pode tornar-se moroso num cen3rio de introduc33o manual dos metadados para cada camada. Por esta raz3o, o EFICP foi concebido para extrair automaticamente os *OGC core metadata* por cada camada do serviço de fonte e mapear estes metadados para o formato correspondente ao modelo do EFICP.

Esta abordagem foi tomada no caso dos sistemas do JRC: EFFIS e EFDAC. Quando o EFICP envia um pedido *GetCapabilities* (WMS), a resposta 3 obtida como elemento *WMT_MS_Capabilities* e 3 mapeado da seguinte forma:

WMS	EFICP
/WMT_MS_Capabilities/Service/Title /WMT_MS_Capabilities/Capability/ Layer/*/Title	/BASE_MODEL/dc:title
/WMT_MS_Capabilities/Service/Abstract /WMT_MS_Capabilities/Capability/ Layer/*/Abstract	/BASE_MODEL/dcterms:abstract /BASE_MODEL/dc:description
/WMT_MS_Capabilities/Service	/BASE_MODEL/eficp:publisherContactInformation

WMS	EFICP
/ContactInformation/ContactPersonPrimary/ ContactPerson	
/WMT_MS_Capabilities//Service/ ContactInformation/ContactPersonPrimary/ ContactOrganization	/BASE_MODEL/dc:publisher
/WMT_MS_Capabilities/Capability/Layer/ SRS	/BASE_MODEL/eficp:referenceSystem @xsi:type="eficp:EPSG"
/WMT_MS_Capabilities/Capability/Layer/ LatLonBoundingBox/ @minx @miny @maxx @maxy	/BASE_MODEL/dcterms:spatial/ @xsi:type="dcterms:Box" = 'northlimit=maxy;southlimit=miny;westlimit=minx;east limit=maxx'
/WMT_MS_Capabilities/Capability/ Layer/*/KeywordList	/BASE_MODEL/dc:subject (one per KeywordList/Keyword)
/WMT_MS_Capabilities/Service/ OnlineResource	/BASE_MODEL/dc:identifier +
/WMT_MS_Capabilities/Capability/ Layer/*	?version= /WMT_MS_Capabilities/@version &service=WMS &request=GetMap &layers=/ WMT_MS_Capabilities/Capability/ Layer/*/Layer/Name

Tabela 3: Mapeamento EFFIS e EFDAC para EFICP.

4.3 *SDMX*

A adopção de definições únicas ao nível europeu (e à escala internacional em geral) é um desafio muito particular e um sério problema no que diz respeito à comparabilidade dos dados dos Estados Membros. No entanto, várias instituições internacionais como sejam a FAO(STAT) e EUROSTAT implementaram mecanismos de recolha e processamento da informação para um considerável número de indicadores de forma a permitir a sua publicação anual [8]. Por outro lado, a MCPFE¹⁴ tem vindo a definir um quadro mais alargado (além das estatísticas tradicionais dos inventários florestais nacionais) de indicadores, incluindo componentes relacionados por exemplo com a biodiversidade, a saúde e o valor económico florestas [7]. Adoptando e estendendo essas definições, foi estabelecido um modelo e quadro comum de indicadores, deixando aberta a possibilidade de acrescentar novos indicadores ou fazer derivações de indicadores existentes [9].

¹⁴ Ministerial Conference for the Protection of Forests in Europe

A implementação deste quadro e modelo de intercâmbio e partilha de informação entre o EFICP e os fornecedores de informação estatística (indicadores florestais) assenta na utilização do standard SDMX que garante os nívéis de interoperabilidade técnica e semntica necessária para dar suporte às funcionalidades de comparabilidade e agregação dinâmica de dados oriundos de diversos sistemas por si heterogneos. De sublinhar que este standard, cuja aprovação para standard ISO está em curso, representa um modelo abstracto (o chamado *information model*) a partir do qual é possível criar implementações (em XML) à medida para aplicações, sistemas e domínios específicos. No caso do EFICP, esta implementação abrange o modelo e quadro geral para a definição de indicadores, a estruturação geral dos dados e metadados associados e mecanismos de comunicação entre os sistemas (pedidos, resposta), tendo a informação geográfica um papel importante uma vez que associa os dados com os respectivos territórios (nívéis NUTS).

No caso do projecto EFICP, a importância de modelar estruturalmente um conjunto de informação estatística era um dos principais requisitos desde o início. Segundo a metodologia do SMDX, esta informação foi decomposta em chamados conceitos (*concepts*) sendo estes seguidamente descritos por listas de elementos (*code lists*) que por sua vez contm elementos (código e descrição) que caracterizam os conceitos (*code items*). Estes conceitos são posteriormente caracterizados como dimensões de análise ou simples atributos da informação (*observation values*).

Conceito	Lista de elementos	Elementos
CO_NUTS0_REGION	CL_NUTS0_REGION	PT – Portugal ES – Espanha ...
CO_TIME	Intervalo de datas. Não tem lista de elementos fixos.	-
CO_F-OWL_TYPE	CL_FOWL_TYPE	A – Floresta B – Outro tipo de áreas ...
CO_UNIT_TYPE	CL_UNIT_TYPE	A – Ha B – Km2 ...

Tabela 4: Exemplos para a definição de conceitos segundo o SDMX.

Dimensões:

CO_NUTS0_REGION – dimensão espacial da informação (códigos NUTS)

CO_TIME – dimensão temporal da informação (anos, meses etc.)

CO_F-OWL_TYPE – outra dimensão da informação (tipo de área florestal)

Atributo:

CO_UNIT_TYPE – atributo que caracteriza a unidade de mediada de cada observação presente na informação estatística.

Apresentamos a seguir alguns exemplos para a declaração desses elementos:

```
<Concepts>
  <structure:Concept agencyID="JRC" id="CO_F-OWL_TYPE" uri="http://www.jrc.cec.eu.int/CO_F-OWL_TYPE"
    version="1.0">
    <structure:Name xml:lang="en">F-OWL_TYPE</structure:Name>
  </structure:Concept>
  ...
```

Ilustração 4: Declaração de conceitos na estrutura SDMX de um indicador.

```
<structure:CodeList agencyID="JRC" id="CL_F-OWL_TYPE" uri="http://www.jrc.cec.eu.int/CL_F-OWL_TYPE"
version="1.0">
  <structure:Name xml:lang="en">F-OWL_TYPE</structure:Name>
  <structure:Code value="A">
    <structure:Description xml:lang="en">Forest Land</structure:Description>
  </structure:Code>
  <structure:Code value="B">
    <structure:Description xml:lang="en">Other Wooded Land</structure:Description>
  </structure:Code>
  <structure:Code value="C">
    <structure:Description xml:lang="en">Forest and Other Land</structure:Description>
  </structure:Code>
</structure:CodeList>
```

Ilustração 5: Declaração de lista de elementos na estrutura SDMX de um indicador.

```
<KeyFamilies>
  <structure:KeyFamily agencyID="JRC" id="F_001" uri="http://www.jrc.cec.eu.int" version="1.0">
```

```

<structure:Name xml:lang="en">Forest Area</structure:Name>

<structure:Components>

  <structure:TimeDimension conceptAgency="JRC" conceptRef="CO_TIME" conceptVersion="1.0"
    crossSectionalAttachGroup="true"/>

  <structure:Dimension codelist="CL_NUT0_REGION" codelistAgency="The_European_Commission"
    codelistVersion="1.0" conceptAgency="JRC" conceptRef="CO_NUT0_REGION"
conceptVersion="1.0"
    crossSectionalAttachDataSet="false" crossSectionalAttachGroup="false"
crossSectionalAttachObservation="true"
    crossSectionalAttachSection="false" isMeasureDimension="false"/>

  <structure:Dimension codelist="CL_F-OWL_TYPE" codelistAgency="JRC" codelistVersion="1.0"
conceptAgency="JRC"
    conceptRef="CO_F-OWL_TYPE" conceptVersion="1.0" crossSectionalAttachDataSet="false"
    crossSectionalAttachGroup="false" crossSectionalAttachObservation="true"
crossSectionalAttachSection="false"
    isMeasureDimension="false"/>
  ...

  <structure:Attribute assignmentStatus="Mandatory" attachmentLevel="Series"
codelist="CL_UNIT_TYPE"
    codelistAgency="JRC" codelistVersion="1.0" conceptAgency="JRC" conceptRef="CO_UNIT_TYPE"
    conceptVersion="1.0" crossSectionalAttachDataSet="false" crossSectionalAttachGroup="true"
    crossSectionalAttachObservation="false" crossSectionalAttachSection="false">
  ...

```

Ilustração 6: Declaração de dimensões e atributos na estrutura SDMX de um indicador.

Esta caracterização (apresentada de forma bastante sumária), permite a construção da chamada estrutura (*key family structure*) SDMX necessária para suportar a criação de conjuntos de dados (*datasets*) de uma determinada temática (*key family*). Esta *key family* corresponde no EFICP aos diversos indicadores florestais estatísticos, e.g. área florestal, tipos de floresta etc.

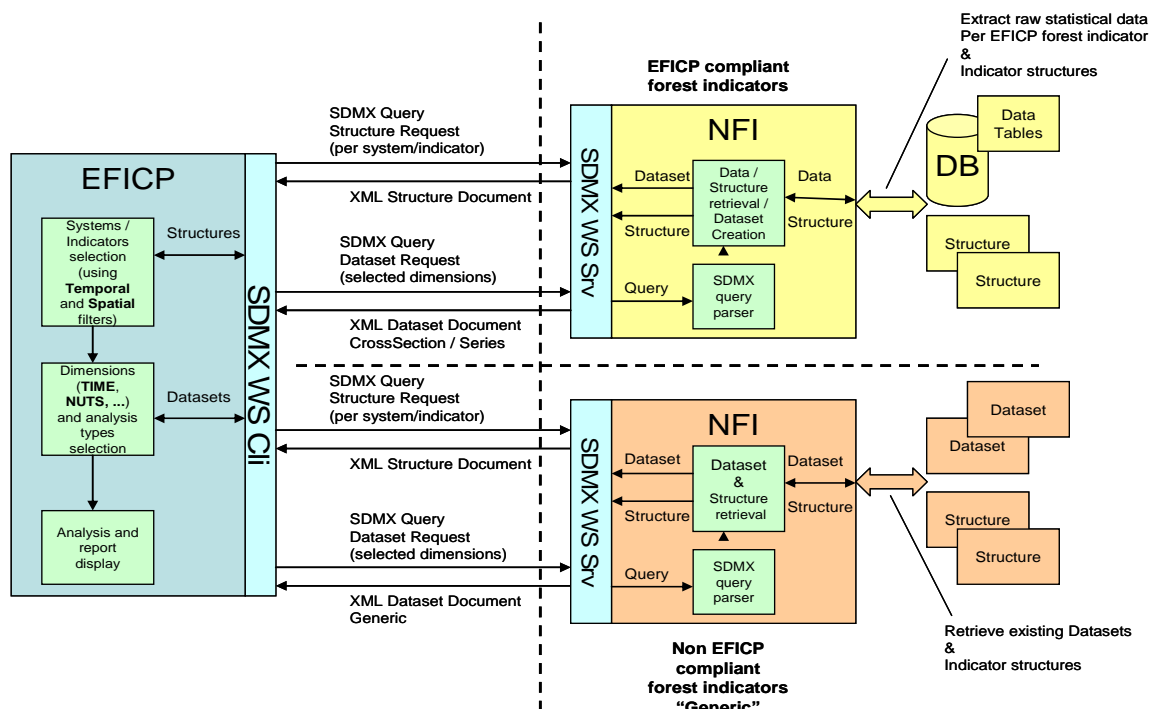


Ilustração 7: Comunicação entre o EFICP e os sistemas nacionais com base em SDMX.

A arquitectura do EFICP é baseada no paradigma dos serviços web (*web services*). Para a comunicação entre a plataforma e os diversos sistemas nacionais (NFI¹⁵) que fornecem dados estatísticos florestais foi definida uma API que implementa um sistema de pedido-resposta de acordo com as recomendações do standard SDMX, conforme ilustrado na figura 7.

O mecanismo pedido-resposta é implementado com recurso a uma mensagem SDMX específica para pedidos de informação, a *SDMX query message*. Esta mensagem emitida pelo EFICP aos diversos sistemas externos identifica o tipo de informação a pedir (estrutura, dados, metadados), qual o indicador (*key family*) requerido e quais as dimensões e atributos da informação solicitada.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<!-- Copyright SDMX 2005 - www.sdmx.org -->

<QueryMessage
    xmlns="http://www.SDMX.org/resources/SDMXML/schemas/v2_0/message"
    xmlns:common="http://www.SDMX.org/resources/SDMXML/schemas/v2_0/common"
    xmlns:compact="http://www.SDMX.org/resources/SDMXML/schemas/v2_0/compact"
    xmlns:cross="http://www.SDMX.org/resources/SDMXML/schemas/v2_0/cross"
    xmlns:generic="http://www.SDMX.org/resources/SDMXML/schemas/v2_0/generic"
```

¹⁵ National Forest Inventory

```

xmlns:query="http://www.SDMX.org/resources/SDMXXML/schemas/v2_0/query"
xmlns:structure="http://www.SDMX.org/resources/SDMXXML/schemas/v2_0/structure"
xmlns:utility="http://www.SDMX.org/resources/SDMXXML/schemas/v2_0/utility"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.SDMX.org/resources/SDMXXML/schemas/v2_0/message
SDMXMessage.xsd" >

  <Header>

    <ID>BIS_036579</ID>

    <Test>true</Test>

    <Truncated>false</Truncated>

    <Name xml:lang="en">Trans46303</Name>

    <Prepared>2002-03-11T09:30:47-05:00</Prepared>

    <Sender id="BIS">

      <Name xml:lang="en">Bank for International Settlements</Name>

      <Contact>

        <Name xml:lang="en">G.B. Smith</Name>

        <Telephone>+000.000.0000</Telephone>

      </Contact>

    </Sender>

    <Receiver id="ECB">

      <Name xml:lang="en">European Central Bank</Name>

      <Contact>

        <Name xml:lang="en">B.S. Featherstone</Name>

        <Department xml:lang="en">Statistics Division</Department>

        <Telephone>+000.000.0001</Telephone>

      </Contact>

    </Receiver>

    <Extracted>2002-03-11T09:30:47-05:00</Extracted>

  </Header>

  <Query>

    <query:DataWhere>

      <query:And>

        <query:Dimension id="NUT0_REGION">PT</query:Dimension>

        <query:Dimension id="FOWL_TYPE">A</query:Dimension>

        <query:Time>

          <query:StartTime>2007-01-01</query:StartTime>

          <query:EndTime>2007-12-31</query:EndTime>

```

```

</query:Time>

</query:And>

</query:DataWhere>

</Query>

</QueryMessage>

```

Ilustração 8: Exemplo de uma SDMX query message do EFICP a solicitar um conjunto de dados (dimensão temporal, espacial presentes).

Através da interface do utilizador, e de acordo com a dimensão temporal seleccionada para análise, o EFICP permite solicitar aos sistemas externos (além das estruturas dos indicadores florestais) conjuntos de dados (*datasets*) em formatos SDMX que se adaptem particularmente ao processamento requerido. Desta forma, se foram escolhidos vários períodos na dimensão temporal, o pedido efectuado será no sentido da obtenção de um conjunto de dados em formato de série temporal (*compact dataset*) permitindo análises evolutivas da informação dos indicadores. Se apenas for seleccionado um elemento temporal (ex: ano, mês, dia etc.), a resposta virá sob o formato de *SDMX cross-section dataset*, formato este específico para processamento de dados que não sejam séries temporais.

Um terceiro caso existe para estruturas *ad-hoc* de indicadores estatísticos florestais, que não sejam estruturalmente compatíveis com o definido pelo EFICP. Para estes se utiliza um formato SDMX genérico e também neutro uma vez que permite maior liberdade na criação do *dataset*, embora respeite as directivas SDMX: conceitos, listas de elementos, dimensões e atributos.

```

<bisc:DataSet>

  <bisc:SiblingGroup VIS_CTY="MX" JD_TYPE="P" JD_CATEGORY="A" AVAILABILITY="A"
DECIMALS="2" BIS_UNIT="USD" UNIT_MULT="5"/>

  <bisc:SiblingGroup VIS_CTY="MX" JD_TYPE="P" JD_CATEGORY="B" AVAILABILITY="A"
DECIMALS="2" BIS_UNIT="USD" UNIT_MULT="5"/>

  <bisc:Series FREQ="M" COLLECTION="B" TIME_FORMAT="P1M" VIS_CTY="MX" JD_TYPE="P"
JD_CATEGORY="A" >

    <bisc:Obs TIME_PERIOD="2000-01" OBS_VALUE="3.14" OBS_STATUS="A"/>

    <bisc:Obs TIME_PERIOD="2001-02" OBS_VALUE="2.29" OBS_STATUS="A"/>

    <bisc:Obs TIME_PERIOD="2000-03" OBS_VALUE="3.14" OBS_STATUS="A"/>

    <bisc:Obs TIME_PERIOD="2000-04" OBS_VALUE="5.24" OBS_STATUS="A"/>

    <bisc:Obs TIME_PERIOD="2000-05" OBS_VALUE="3.14" OBS_STATUS="A"/>

```

```
<bisc:Obs TIME_PERIOD="2000-06" OBS_VALUE="3.78" OBS_STATUS="A"/>  
<bisc:Obs TIME_PERIOD="2000-07" OBS_VALUE="3.65" OBS_STATUS="A"/>  
<bisc:Obs TIME_PERIOD="2000-08" OBS_VALUE="2.37" OBS_STATUS="A"/>  
<bisc:Obs TIME_PERIOD="2000-09" OBS_VALUE="3.14" OBS_STATUS="A"/>  
<bisc:Obs TIME_PERIOD="2000-10" OBS_VALUE="3.17" OBS_STATUS="A"/>  
<bisc:Obs TIME_PERIOD="2000-11" OBS_VALUE="3.34" OBS_STATUS="A"/>  
<bisc:Obs TIME_PERIOD="2000-12" OBS_VALUE="1.21" OBS_STATUS="A"/>  
  
</bisc:Series>
```

...

Ilustração 9: Exemplo de um dataset SDMX compact que representa uma série temporal.

Em qualquer um dos formatos dos conjuntos de dados (*datasets*) que dependem univocamente de uma estrutura SDMX (*structure*) de indicadores estatísticos florestais, a componente espacial está sempre presente através dos conceitos/dimensões espaciais de NUTS (Nomenclaturas de Unidades Territoriais - para fins Estatísticos). Esta segmentação espacial permite n  s  identificar de forma tabular a origem e segmentação dos dados estatísticos dos indicadores florestais, mas permite acima de tudo a construção de análises temáticas com suporte espacial. De referir que o EFICP oferece para este efeito ferramentas de visualização de dados geográficos através do acesso a sistemas de mapas WMS.

A plataforma possui no seu repositório de dados (Oracle espacial) as divisões administrativas territoriais Europeias com segmentação espacial de NUTS nível 0 a nível 3. A conjunção desta informação espacial (divisões administrativas) com os dados estatísticos dos indicadores florestais em formato SDMX (que cont m dimensões espaciais), provenientes de fontes de dados e sistemas diferentes permitem ao visualizador de análises do EFICP a criação das mais diversas análises temáticas espaciais com uma ou mais variáveis (variável neste contexto corresponde a um elemento da lista de elementos de uma dimensão/conceito SDMX).

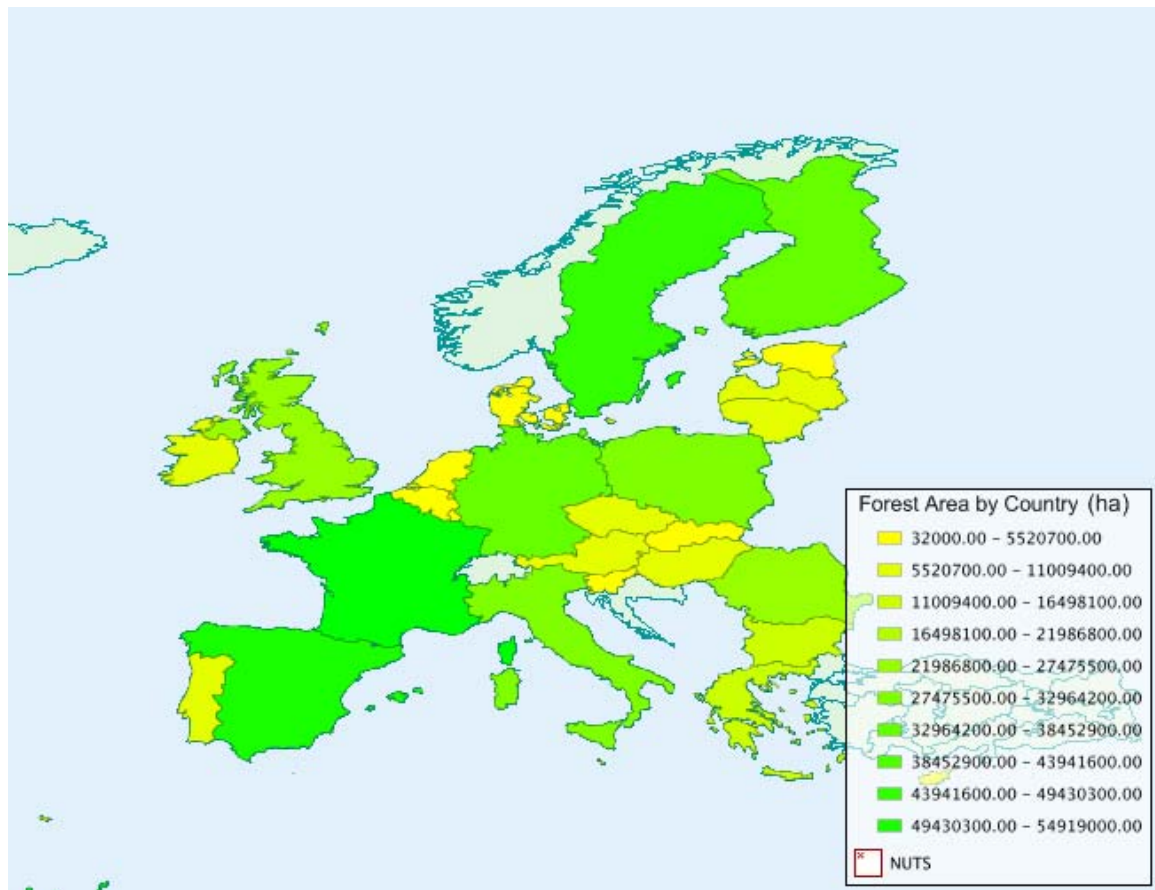


Ilustração 10: Exemplo de uma análise temática (dados EUROSTAT, 1988).

5. CONCLUSÕES

A plataforma EFICP é uma referência na área dos portais de informação ambiental e apresenta um conjunto de características inovadoras no que refere à utilização e integração de informação geográfica, nomeadamente na perspectiva da adopção da iniciativa INSPIRE. Como porta de entrada para a informação florestal na Europa, o EFICP foi concebido como infra-estrutura de informação espacial. No entanto, a necessidade de considerar também um conjunto de tipos de recursos de informação muito além dos dados espaciais (*geospatial data sets*) obrigou ao desenho de uma solução que satisfaz diversos requisitos de interoperabilidade além da aplicação dos standards recomendados pela iniciativa INSPIRE.

A integração com o EU INSPIRE GeoPortal e outros sistemas da Comissão Europeia / JRC foi sem dúvida uma experiência prática muito enriquecedora que evidenciou alguns problemas típicos de interoperabilidade que a mera aplicação dos standards recomendados não resolve. Com o esperado aparecimento de mais

sistemas de disseminação de informação ambiental ao nível europeu e o caminho em direcção ao futuro SEIS¹⁶, esperamos que a plataforma EFICP se venha a confirmar como caso de referência e de estudo para futuros projectos e iniciativas.

6. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer em especial a todas as pessoas que contribuíram para o sucesso deste projecto. Incluímos aqui todos os membros da equipa dos três parceiros envolvidos (EDISOFT, Instituto Geográfico Português, Générale d'Infographie) e a equipa de acompanhamento e coordenação do Joint Research Centre, nomeadamente Jesús San-Miguel-Ayanz, Andrea Camia e Michel Millot.

¹⁶ Shared Environmental Information System

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] J. San-Miguel-Ayanz, G. Schmuck, R. Flies, E. Schulte, I. Seoane (2005). *Towards a Forest Information System for Europe*, Proceedings of the 16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'05), pp. 669-673.
- [2] European Commission (2006). *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on a EU Forest Action Plan*, em http://ec.europa.eu/agriculture/fore/action_plan/index_en.htm [acedido Junho 2007].
- [3] Risto Päivinen, Michael Köhl (2005). *European Forest Information and Communication System (EFICS)*, EFI Technical Report 17.
- [4] INSPIRE Directive Home Page. <http://www.ec-gis.org/inspire/> [acedido Abril 2008].
- [5] Dublin Core Metadata Initiative Documentation (2007), em <http://dublincore.org> [acedido Junho 2007].
- [6] Statistical Data and Metadata Initiative (2005). *SDMX Information Model: UML Conceptual Design*, Version 2.0, em www.sdmx.org [acedido Novembro 2006].
- [7] MCPFE/UNECE/FAO (2003). *State of Europe's Forests 2003*.
- [8] FAO (2004). Specification of National Reporting Tables for FRA 2005, em <http://www.fao.org/docrep/007/ad681e/ad681e00.htm> [acedido Janeiro 2007].
- [9] EDISOFT (2007). EFICP Deliverable 3.1.2: *General Information Model for the Common Forestry Resources Domain*.

ⁱ EDISOFT
Rua Quinta dos Medronheiros - Lazarim
Apartado 382 - Monte Caparica
2826-801 Caparica
Tel: +351 212 945 900
Fax: +351 212 945 999
edisoft@edisoft.pt
www.edisoft.pt

ⁱⁱ *Instituto Geográfico Português*
Rua Artilharia Um, 107
1099-052 LISBOA
PORTUGAL
Tel: (351) 213819671
Fax: (351) 213819699
igeo@igeo.pt
www.igeo.pt

eSDI-Net+ - Rede europeia para a reutilização e enriquecimento de Informação Geográfica

Rui Manuel Dias

USIG – Associação de Utilizadores de Informação Geográfica

Rua Tomás Ribeiro, 10, R/c, sala 18

1050-229 Lisboa, PORTUGAL

ruí.dias@usig.pt

Resumo

A eSDI-Net+ é uma rede temática europeia constituída por 20 associações (entre as quais a USIG em representação de Portugal) de 15 países e vários especialistas nesta área que visa identificar as melhores práticas na área das Infra-estruturas de Dados Geográficos (SDI's) de nível sub-nacional (NUT's III).

A rede promoverá decisões ao mais alto nível, discussões técnicas específicas e troca de informação entre os seus intervenientes, procurando uma visão integrada dos peritos, conhecimento e potencialidades de modo definir orientações integradas e normas de implementação de melhores práticas.

Durante o ano de 2008 serão organizadas uma série de workshops nos diferentes países europeus que servirão de base para a identificação das melhores práticas nas diferentes componentes das SDI e para a atribuição do Prémio de Melhores Práticas (geral). A USIG será responsável pela organização da workshop ibérica Portugal/Espanha.

Keywords:

SDI, infra-estruturas, rede, informação geográfica, workshop, melhores práticas

1. O que é a eSDI-Net+

A eSDI-Net+ é uma rede temática europeia constituída por 20 associações (entre as quais a USIG em representação de Portugal) de 15 países e vários especialistas nesta área que visa identificar as melhores práticas na área das Infra-estruturas de Dados Geográficos (SDI's) de nível sub-nacional .

A eSDI-Net+ foi criada em 2007 (primeira reunião ocorreu em Setembro de 2007 em Darmstadt, Alemanha) e prevê-se que esteja activa nos próximos 3 anos. É co-financiada pelo programa europeu E-Contentplus e a coordenação geral está a cargo da Associação alemã INI-GraphicsNet Stiftung. Através do envolvimento entre as diferentes associações participantes pretende-se estreitar a ligação entre o nível local e o nível europeu nesta área, contribuindo para uma melhor utilização da informação geográfica resultante de iniciativas pan-europeias como a INSPIRE, GMES e GALILEO.

1.1. Objectivos

Os objectivos da eSDI-Net+ são:

- Reunir os principais agentes e utilizadores na área das SDI numa Rede Temática estabelecida como uma plataforma para a comunicação e troca entre os intervenientes envolvidos na criação e utilização de SDI;
- Promover decisões de alto nível e discussões técnicas “bottom-up”, e intercâmbio de informação;
- Consciencializar os intervenientes na área da IG de todo o potencial da IG digital para os fornecedores de conteúdos e utilizadores e chamar a atenção para a importância do enriquecimento da IG e das SDI na reutilização de IG;
- Permitir uma visão integrada dos peritos e impulsionar a criação de orientações integradas, normas, e a implementação de melhores práticas;
- Estabelecer mecanismos de comunicação entre os níveis europeu e local para maximizar os benefícios das iniciativas INSPIRE, GMES e GALILEO e programas de e-governo de modo a estabelecer e-comunidades mais sustentadas;
- Desenvolver soluções para o acesso multicultural e multi-língua, exploração, uso e re-utilização de conteúdos digitais de IG na Europa;

- Estimular a agregação dos conjuntos de dados de IG existentes em cada país em colecções comuns de dados.

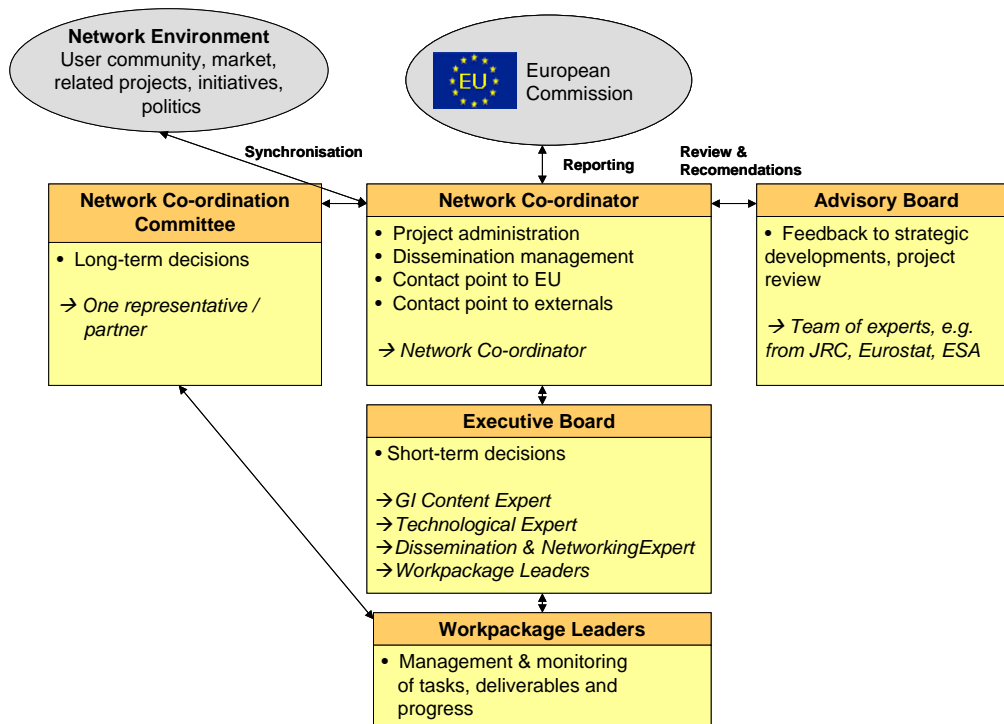


Fig. 1 - Entidades que constituem a eSDI-Net+ e as suas ligações

(Fonte: [6])

2. As diferentes fases do projecto: Resultados esperados, sustentabilidade e impacto

Foram estabelecidas três fases de desenvolvimento do projecto eSDI-Net+, cada uma delas prevendo uma série de actividades cuja maior parte ocorrerão durante o ano de 2008.

2.1. Fase I: Estabelecimento da Rede, “Estado da Arte” e actividades de planeamento

O principal objectivo da fase I é fomentar a construção de uma sólida base organizacional sustentável para o futuro crescimento da rede. Assim, a primeira parte desta fase visou garantir uma coordenação eficaz, a colaboração e a

comunicação entre os membros da rede, para garantir o cumprimento dos objectivos gerais do projecto, atendendo aos prazos e restrições orçamentais. Além disso, funcionou como uma interface comum entre os parceiros externos e a rede, representando a eSDI-Net + junto da Comissão Europeia e dos parceiros do governo, da indústria e da investigação. Os resultados foram, como tal, o estabelecimento da estrutura de administração e dos órgãos da própria rede. Além disso, e ainda na fase I, as melhores práticas serão identificadas, analisadas e documentadas. Todas as actividades serão acompanhadas por actividades de difusão e de sensibilização, com a documentação a ser feita através de relatórios de progresso.

2.2. Fase II - Implementação das actividades planeadas

No âmbito da Fase II, a selecção das Boas Práticas, a organização do Prémio Melhores Práticas e as workshops serão as principais actividades. A rede irá anunciar o Prémio de Melhores Práticas através dos meios de comunicação habituais. O prémio consistirá na participação numa exposição cujo objectivo é mostrar os melhores projectos de toda a Europa. Serão preparadas “showcases” de SDI baseadas na avaliação das melhores práticas. As “showcases” mais populares serão apresentadas aos participantes da Rede em duas workshops específicas (em duas regiões europeias diferentes). Todas as actividades serão acompanhadas por actividades de difusão e de sensibilização, com a documentação a ser feita através de relatórios de progresso e várias versões de trabalho do Plano de Sensibilização e Difusão. Os resultados intermédios e finais serão apresentados e continuamente actualizados no website do projecto.

2.3. Fase III - Avaliação e Sustentabilidade

O objectivo desta fase é medir e avaliar o sucesso global do projecto. Os resultados desta avaliação levarão ao planeamento de futuras etapas e a uma estratégia de sustentabilidade da rede. Serão feitas as avaliações dos resultados intercalares e finais do projecto e do progresso e eficiência das redes. Esta avaliação de resultados será documentada e distribuída aos parceiros e à Comissão Europeia. Os responsáveis pela divulgação e sensibilização também apresentarão os resultados à comunidade de utilizadores e ao público.

3. O papel da USIG

A USIG é o representante português na eSDI-Net+, foi um dos seus fundadores e integra um dos órgãos mais importantes da rede, o Network Co-ordination Committee (NCC). O NCC é o principal órgão de decisão do consórcio. É responsável por todas as decisões formais relativas à direcção técnica do trabalho, as relações com organizações externas, às políticas de promoção dos resultados e acordos administrativos. Especificamente, a USIG terá a responsabilidade de divulgar, por diferentes meios, a rede em Portugal e de proceder ao levantamento/identificação de potenciais exemplos de melhores práticas de SDI's portuguesas. A USIG irá ainda organizar uma das Workshops definidas no âmbito do projecto, nomeadamente a workshop ibérica Portugal/Espanha. Como tal, a USIG conta com o apoio de todos os seus associados e com as suas experienciais na área das SDI na tarefa de identificar as melhores práticas a nível nacional.

4. Melhores Práticas

As práticas referidas dizem respeito a tudo o que está directamente envolvido numa SDI: formas de organização, políticas de partilha de dados, acesso multicultural e multilingue , a exploração, utilização e reutilização de conteúdos digitais de IG, etc.

Ao definir e identificar exemplos de boas práticas, eSDI-NET + irá integrar as perspectivas de peritos de toda a Europa, fomentando a criação de orientações integradas e normas na área das SDI. Através dos membros que integram a rede, reduzir-se-á o fosso entre os níveis local e europeu , ajudando a apoiar a melhor utilização da IG de iniciativas pan-europeias como a INSPIRE, GMES e GALILEO.

Para maximizar os benefícios do INSPIRE, GMES e GALILEO, o consórcio irá cooperar e trocar informações com o Joint Research Center – JRC (como técnico responsável pela iniciativa INSPIRE), com o EUROSTAT (responsável jurídico e organizativo do INSPIRE) e com a Agência Espacial Europeia, que iniciou o projecto GALILEO. Estes organismos serão informados sobre os resultados do

projecto e serão convidados para as principais reuniões projecto, conferências e workshops do projecto.

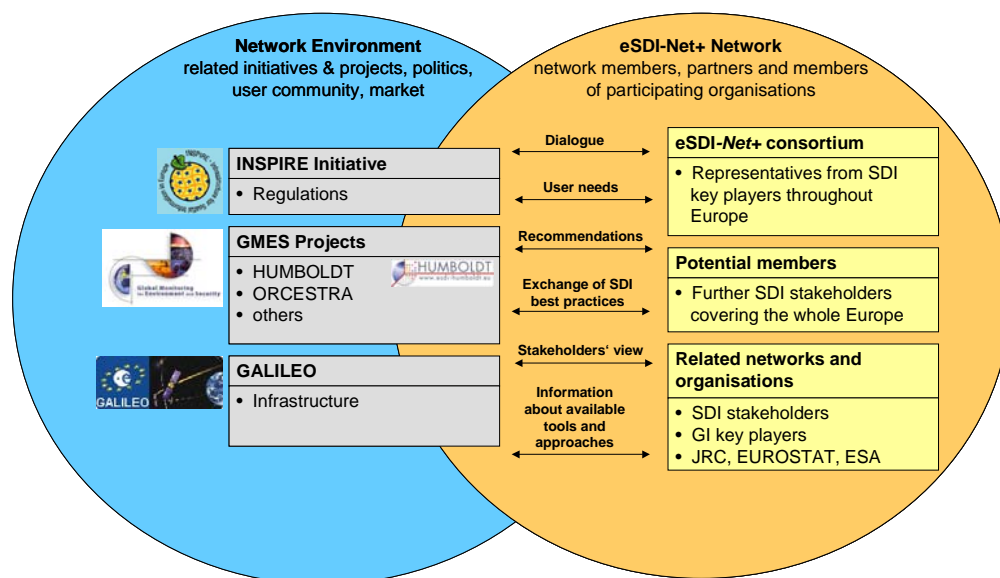


Fig.2 - Relação da eSDI-Net+ com Iniciativas INSPIRE, GMES e GALILEO

(Fonte: [6])

Ao mobilizar esses conhecimentos, eSDI-NET + oferece os meios para catalisar novas iniciativas, acções e serviços, maximizando o potencial existente entre a IG e as comunidades que apoia.

5. Últimos desenvolvimentos

Já está on-line o site oficial do projecto (<http://www.esdinetplus.eu>). Um primeiro protótipo do site que reportará as actividades em Portugal pode ser consultado em <http://esdinetpluspt.googlepages.com/>.

As primeiras workshops específicas da rede ocorrerão em Itália e na Suécia. O modelo destas workshops será depois replicado para as restantes workshops, que decorrerão ao longo de 2008, culminando na Workshop final do projecto, que ocorrerá no final do ano em local a designar.

6. Bibliografia

- [1]. DIAS, Rui Manuel (2006): Spatial Data Infrastructures for Municipalities, ISEGI – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- [2]. GSDI (2004): Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook – V.2.0, GSDI (<http://www.gsdi.org/docs2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf>).
- [3]. MASSER, Ian (2005): GIS Worlds: Creating Spatial Data Infrastructures, ESRI Press, Redlands, USA.
- [4]. RIX, Joachim, BERNHARDT, Mark, FAST, Svetlana (2008): eSDI-Net+ Project Presentation, (ECP-2006-GEO-320005)
- [5]. RIX, Joachim (2008): eSDI-NET+ Network for promotion of cross border dialogue and exchange of best practices on Spatial Data Infrastructures (SDI's) throughout Europe, Press Release
- [6]. eSDI-Net+ (2007), RULES OF THE THEMATIC NETWORK – Annex I: Description of work, eSDI-Net+

Referências on-line:

http://ec.europa.eu/information_society/activities/econtentplus/index_en.htm (site do programa europeu eContentPlus; acesso: 22.04.2008)

<http://www.esdinetplus.eu> (acesso: 22.04.2008)

<http://esdinetpluspt.googlepages.com/> (protótipo do site português do projecto; acesso: 22.04.2008)

<http://www.ec-gis.org/inspire> (acesso: 22.04.2008)

**Infra-Estrutura de Informação Geográfica Regional da Área Metropolitana
de Leiria**

CRUZ, Fernando e ANTÓNIO, Valério
amlei@amlei.pt

Resumo

A presente comunicação pretende descrever o processo de constituição de uma IIG - Infra-Estrutura de Informação Geográfica de nível regional e a disponibilização de conteúdos geográficos na internet, para a Área Metropolitana de Leiria.

A constituição da IIG nasce com o projecto SIGAE – Sistema de Informação Geográfica da Alta Estremadura, dada a necessidade de dotar as câmaras associadas e a AMLEI – Área Metropolitana de Leiria de sistemas de informação geográfica distribuído, sendo capazes de responder às solicitações de informação em matéria de planeamento e gestão do território. A implementação da IIG resulta do trabalho desenvolvidos entre os técnicos das câmaras associadas e a AMLE, em torno de objectivos comuns.

A disponibilização de conteúdos na Internet representa uma experiência inovadora e marca a fase de visibilidade do projecto. Na comunicação pretende-se mostrar as funcionalidades da aplicação de colocação de gestão de conteúdos na Web e a metodologia de coordenação e abordagem.

A experiência resultante permite concluir que se trata de um projecto de carácter inovador, dinamizador para a região e com perspectivas de sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: *SIG - Sistemas de Informação Geográfica, IIG - Infra-estrutura de Informação Geográfica e IG - Informação Geográfica.*

Introdução

A presente comunicação encontra-se estruturada em duas partes principais. A primeira parte resume o processo de constituição de uma IIG - Infra-estrutura de Informação Geográfica de Nível Regional, integrada no projecto SIGAE – Sistema de Informação Geográfica da Alta Estremadura. A segunda parte centra-se na abordagem metodológica conducente à colocação e manutenção de conteúdos de IG - Informação Geográfica na Internet.

O projecto SIGAE pode considerar-se uma experiência de carácter inovador não só pela escala de implementação, escala regional, mas também pelas metodologias de trabalho adoptadas. Como exemplo marcante da abordagem inovadora, apontamos para a forma de “fazer SIG” apoiada na busca de novas soluções que sirvam o interesse comum às entidades associadas. A concretização deste princípio foi conseguida por via da coordenação de interesses das câmaras municipais associadas, através das suas equipas locais de SIG, com o núcleo coordenador. As interacções entre o núcleo central SIGAE e os núcleos municipais permitiram definir prioridades, normas de organização da informação, metodologias de trabalho e a afectação de recursos (informação, *software* e formação) para o desenvolvimento dos projectos SIG.

Ao nível da informação podemos realçar a aquisição de uma base cartográfica comum a várias escalas (1:25000 e 1:10000) e a produção de cartografias temáticas.

Ao nível do *software* a filosofia adoptada foi a de respeitar as plataformas SIG existentes não fazendo depender exclusivamente da tecnologia o desenvolvimento do projecto.

Nesta linha de actuação resulta uma configuração diversa de ferramentas (*software*) existente nos vários núcleos municipais. Podendo parecer à primeira vista um aspecto de entrave ao desenvolvimento do mesmo, esta configuração constitui para a AMLEI uma mais-valia, uma vez que o processo de selecção das ferramentas ficou sob responsabilidade dos núcleos locais. Mesmo assim, e de forma a conseguir economias de escala nos processos aquisitivos, estes foram liderados pela AMLEI.

Ao nível dos recursos humanos a AMLEI tem promovido um conjunto de acções de formação com o objectivo não apenas da transmissão de conhecimentos básicos e transversais ao processo de implementação dos SIG's locais, mas também na formação orientada para a execução de projectos concretos.

Em suma, o projecto SIGAE tem como ideia central a construção de uma IIG de nível regional, através da criação de várias IIG de nível local, sob o princípio da construção de sistemas de informação geográfica distribuídos, dando autonomia local a cada núcleo SIG.

Os municípios foram incentivados para que constituíssem as suas próprias equipas de trabalho, sendo estas dotadas de autonomia relativamente ao núcleo central do SIGAE, mas trabalhando sob a orientação deste, no que respeita a regras de organização e estruturação de informação, procedimentos e metodologias de construção dos projectos.

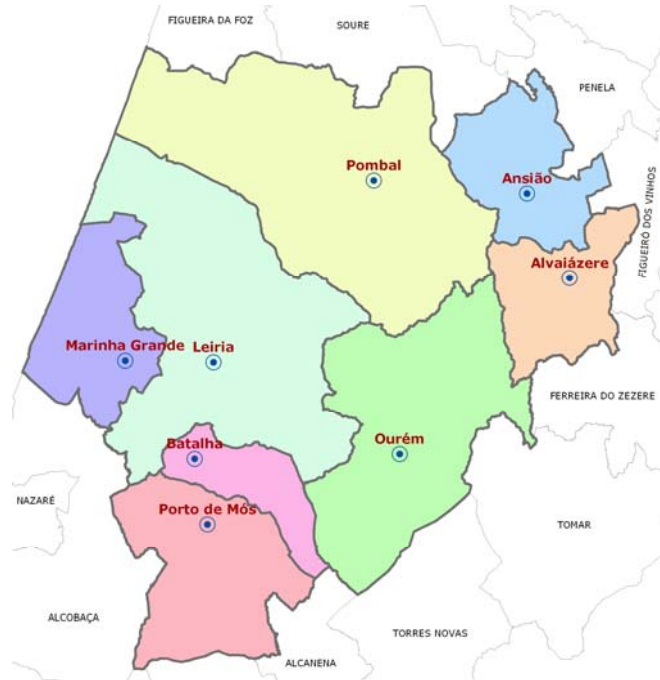
AMLEI - Enquadramento Territorial

A AMLEI – Área Metropolitana de Leiria, sob a forma de Comunidade Urbana, foi instituída em 2004, ao abrigo da Lei 10/2003 de 13 de Maio, sendo constituída pelos Municípios de Alvaiázere, Ansião, Batalha, Leiria, Marinha Grande, Ourém, Pombal e Porto de Mós. Esta nova pessoa colectiva de direito público de natureza associativa deu, assim, lugar à extinta AMAE - Associação de Municípios da Alta Estremadura, instituída em 1987 ao abrigo do DL 266/81 de 15 de Setembro e do DL 99/84 de 29 de Março, tendo como municípios constituintes Batalha, Leiria, Marinha Grande, Ourém, Pombal e Porto de Mós, cujo objectivo era o de congregar esforços de implementação de projectos supra e intermunicipais e de articular diversos sectores de intervenção no sentido de valorizar e promover os investimentos na Alta Estremadura. Localiza-se na Região Centro, sendo composta pelos concelhos de Alvaiázere, Ansião, Batalha, Leiria, Marinha Grande, Ourém, Pombal e Porto de Mós.

O território ocupa uma área total de 2496.9 km² (cerca de 3% de Portugal continental). Alvaiázere é o concelho com menor dimensão territorial, com 103.4 km² e Pombal o de maior dimensão com 626 km². Segundo estimativas demográficas do INE a população residente em 2006 era de 337504 habitantes.

Leiria é concelho mais populoso com cerca de 130000 habitantes e Alvaiázere o mais pequena com 8000 habitantes.

As principais vias estruturantes do território são a A1/IP1, a A8/IC1, a A17, o IC2, o IC8 e as linhas ferroviárias do Norte e Oeste.



I. SIGAE – Construção de Uma IIG por Projectos

Embora o processo de constituição do SIGAE tenha tido início em 1998, os projectos que vieram dar conteúdo à IIG regional só começaram a ser elaborados em 2001. Desde então, a constituição do SIGAE foi suportada por projectos conjuntos, os quais destacamos:

- Rede Viária e Toponímia.
- Plano Director Municipal digital e sua integração regional;
- Morfologia do território;
- Carta Turística/Roteiro Turístico;
- Equipamentos Sociais e Serviços;
- Carta de Equipamentos Desportivos.

Dos vários projectos enunciados merecem a nossa atenção o PDM digital, a carta Turística/Roteiro Turístico, a Carta de Equipamentos Sociais e Serviços e a Carta de Equipamentos Desportivos, os quais abordaremos sucintamente de seguida.

1. PDM Digital – Integração de PDM's

O projecto Plano Director Municipal digital consistiu na conversão analógico-digital das plantas de Ordenamento, Condicionantes, RAN e REN, sua integração em SIG, normalização classificativa e compatibilização espacial. Das oito câmaras pertencentes à AMLEI apenas duas possuíam PDM digitalizado e apenas um já se encontrava integrado no SIG. Para as restantes câmaras procedemos à digitalização das referidas plantas, em colaboração com as equipas técnicas locais. O processo de colaboração com os municípios foi muito variado: alguns casos a AMLEI procedeu ao *scanning* das plantas e as câmaras efectuaram a geo-referenciação e vectorização; noutros, a vectorização foi elaborada conjuntamente; noutros casos, ainda, o núcleo central foi responsável por todo o processo, desde o *scanning* e geo-referenciação das plantas, à vectorização, validação, integração em SIG e *output* gráfico final.

Após a digitalização efectuada, procedemos à integração de todos os PDM num único documento cartográfico à escala regional¹.

2. Rede Viária e Toponímia

O projecto Rede Viária consistiu no levantamento dos eixos de via e respectiva toponímia e na constituição de uma base de dados geográfica para todo o território da região. Após algumas reformulações da estrutura da base de dados geográfica inicial optámos por adoptar uma versão compatível com o modelo dos CTT-Correios, tendo como objectivo poder compatibilizar e actualizar os dados com os daquela instituição.

O levantamento de dados no terreno e sua representação espacial permitiu verificar diversas irregularidades, pelo que, foi discutida e apresentada uma

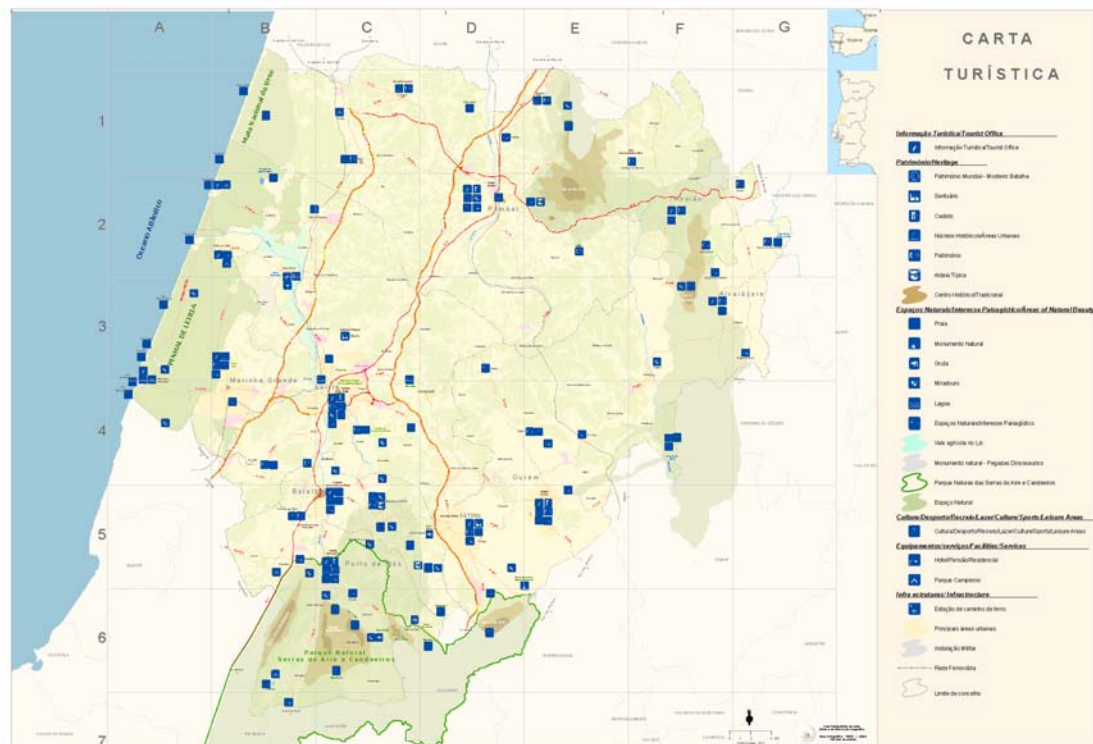
¹ Este projecto foi apresentado no Encontro sobre Sistemas de Informação Geográfica, entre 2 e 4 de Junho de 2004, no Tagus Park, em Oeiras, promovido pela USIG, subordinado ao tema "Integração de PDMs".

proposta de regulamento toponímico, a adoptar por cada câmara, no sentido disciplinar a atribuição de topónimos.

3. Carta Turística/Roteiro Turístico

A Carta Turística consistiu na elaboração de um documento com identificação das entidades relevantes com interesse turístico na Região da Alta Estremadura, resultou da integração da informação das cartas turísticas dos vários municípios associados. O documento final foi produzido em suporte PDF (Acrobat Reader), tendo por base regras de generalização cartográfica definidas em ambiente CAD/SIG.

O Roteiro Turístico é um documento de âmbito regional e de natureza informativa dirigido ao cidadão, onde estão identificadas as principais marcas territoriais de interesse turístico da Área Metropolitana de Leiria. Tem como finalidade primordial permitir uma consulta prática e objectiva das principais referências territoriais de carácter turístico. Organiza-se em torno de dois objectivos operacionais: por um lado, pretende dar uma visão genérica das principais linhas caracterizadoras do território da Região, segundo as grandes temáticas estrutura biofísica do território, população e povoamento, principais infra-estruturas de transporte e principais áreas de interesse turístico da região; por outro, caracteriza cada município segundo as principais temáticas - História, Geografia, Património Arquitectónico e Arqueológico, Museus, Património Natural, Miradouros, Artesanato, Gastronomia, Feiras, Festas e Romarias, Principais Equipamentos Desportivos, de Recreio e Lazer e Informações Importantes.



Output gráfico da Carta Turística Regional

4. Carta de Equipamentos Sociais e Serviços

O projecto dos Equipamentos Sociais e Serviços tem por finalidade o levantamento dos equipamentos referidos existentes em cada um dos municípios da AMLEI, a caracterização da oferta a nível municipal e supra-municipal e conceber uma base de dados geográfica organizada, com a localização e caracterização das diversas tipologias existentes, para suporte à gestão e ao planeamento/programação dos mesmos equipamentos.

A metodologia de trabalho adoptada assentou no levantamento de informação no terreno, com respectivo registo cartográfico dos equipamentos e sua introdução em SIG.

O projecto foi desenvolvido em duas fases principais: na primeira teve lugar a concepção do modelo de dados, a aquisição, tratamento e integração de dados em SIG; a segunda fase foi marcada pela análise e exploração de informação, com os *outputs* (gráficos, mapas, quadros).

5. Carta de Equipamentos Desportivos

O projecto dos Equipamentos Desportivos tem por objectivos dotar cada município de uma base de dados que permita diagnosticar a dimensão e cobertura da rede de equipamentos desportivos de cada concelho e da região, bem como identificar as principais carências em termos de distribuição geográfica e das respectivas valências.

A classificação dos equipamentos obedeceu a critérios oficiais segundo as normas do Instituto do Desporto de Portugal. Em termos globais, os equipamentos existentes classificam-se em Espaços ao Ar Livre, Espaços Cobertos, Equipamentos Desportivos Especiais, Ginásios e *Health Clubs*, Outros Espaços Desportivos e Clubes e Associações Desportivas. As principais saídas do projecto são o mapa do concelho por tipologia de equipamento e mapas de freguesia.

II. Colocação de IG na Internet

1. Informação Geográfica na Internet

A colocação de IG na Internet constitui a fase de maior visibilidade do projecto SIGAE. Representa um esforço conjunto dos municípios e da AMLEI na difusão de conteúdos geo-referenciados sobre diversas temáticas, permitindo que a IG esteja acessível a todos os cidadãos, de modo a promover a participação activa no processo de planeamento. Disponibilizar IG e serviços relacionados na Internet é uma forma de promover uma melhoria significativa dos serviços prestados pelas autarquias locais, evitando deslocações desnecessárias e contribuindo para a atractividade de investimento, de pessoas, de serviços e de turistas.

Em termos genéricos podemos considerar três níveis de colocação de IG na Internet. O primeiro nível, o mais básico, consiste na disponibilização de informação estática, como são exemplos os mapas temáticos em JPG ou em PDF. Um segundo nível, mais avançado, é caracterizado pela disponibilização de conteúdos dinâmicos. Neste nível o “cliente/utilizador” tem acesso a um conjunto de informação que está permanentemente a ser actualizada. No nível mais

avanzado, ainda, para além da unidireccionalidade da informação, o utilizador consulta a informação disponibilizada e pode interagir de forma a modificar a própria informação.

Embora já existam condições técnicas para a implementação de um projecto com características de nível três, este, em concreto, apenas possui funcionalidades de nível dois, uma vez que só permite a disponibilização de informação dinâmica unidireccional, do servidor para o cliente.

2. Metodologia

A nível de metodologia de execução do projecto considerámos três etapas:

- Definição das orientações técnicas do projecto;
- Elaboração da base dados geográfica para a internet (projecto piloto);
- Elaboração dos portais municipais e regional de informação geográfica.

Partimos, ainda, dos seguintes pressupostos:

- Cada município dispõe de um modelo de dados SIG próprio, embora com uma estrutura base comum;
- Cada município pretende colocar os seus dados com o nível de desagregação espacial máximo que o seu modelo de dados dispõe, permitindo consultas e visualização pormenorizada dos dados próprios da gestão territorial.
- A AMLEI, como entidade coordenadora da IG, pretende colocar, numa página de Internet própria, os conteúdos, tratados à escala regional, com uma estrutura resultante da generalização cartográfica e temática da informação proveniente de cada SIG local.

O ponto de partida consistiu na definição de um conjunto de orientações técnicas para o projecto. Estas orientações foram definidas e aprovadas por todos os representantes dos municípios. Constituiu-se, assim, um projecto-piloto que se materializou num portal de IG, baseado na estrutura discutida e aprovada pelos

grupos municipais e foi assumida como um modelo muito próximo do modelo final.

As orientações técnicas definem, por um lado, a estrutura da base dados internet e, por outro, uma proposta de configuração dos portais municipais. Em ambos as situações apenas foram definidos requisitos mínimos, deixando margem de manobra para os núcleos locais enriquecerem o projecto com outra informação de interesse local.

A escolha das ferramentas (software) ficou à responsabilidade de cada município.

O projecto foi devidamente entrosado com o projecto LRD - Leiria Região Digital, simultaneamente em curso, o que permitiu a partilha de conteúdos geográficos e o apoio financeiro por parte daquele.

3. Portais de Informação Geográfica – Aspectos Genéricos

Propusemos que os portais fossem constituídos por um conjunto de páginas informativas relativas ao projecto e um ou vários visualizadores de informação geográfica (*webmaps*/mapas dinâmicos). As páginas deverão conter informação sobre o projecto, nomeadamente a apresentação do projecto/objectivos, informação disponível² e outras informações relevantes. O(s) visualizador(es) de informação geográfica, gerados por um *IMS* (*Internet Map Server*), serão alimentados pela Base de Dados de Informação Geográfica Municipal Internet (BDGM_Internet). Os conteúdos das páginas informativas bem como os visualizadores de IG, devem estar disponíveis em português e inglês.

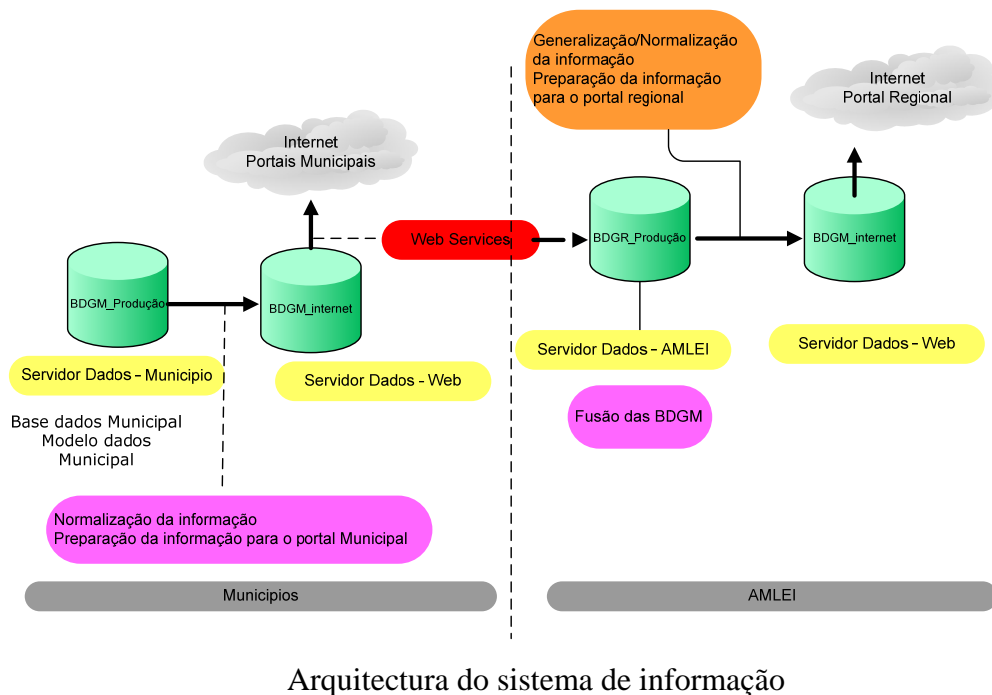
4. Arquitectura do Sistema de Informação

A arquitectura do sistema de informação baseia-se na existência, no mínimo³, de dois tipos de bases dados municipais de informação geográfica (cf. figura seguinte):

² Sugere-se esta secção para a disponibilização de cartografia temática – “pdf”

³ Poderão existir mais Base Dados Geográficas, por exemplo a BDGM_Intranet.

- Base Dados Geográfica de Produção (BDGM_Produção) – Base de dados geográfica com toda a informação geográfica gerida pelo Município;
- Base Dados Geográfica Internet (BDGM_Internet) – Base Dados Geográfica com uma estrutura mínima comum aos 8 Municípios.



Arquitectura do sistema de informação

5. Base Dados Geográfica Internet – BDGM_Internet

Foi definido um modelo padrão para a organização e conteúdos de IG a publicar. Este modelo constitui o mínimo denominador comum ficando ao critério de cada grupo a colocação de outro tipo de informação temática de seu interesse.

A informação contida na BDGM_Internet está organizada nos seguintes grupos temáticos⁴:

- Recursos turísticos
- Equipamentos sociais e serviços
- Ambiente
- Informação estatística
- Estrutura biofísica

⁴ Poderão ser criados novos grupos de informação.

- Redes de transportes e toponímia
- Limites administrativos
- Cartografia
- Instrumentos de gestão territorial

Para cada grupo temático foram definidas as “features”, os respectivos tipos de dados, as tabelas, as relações e os campos mínimos.

6. Visualizadores de Informação Geográfica – Mapas Dinâmicos

Relativamente aos mapas dinâmicos foram estabelecidas algumas normas permitindo dar coerência aos vários projectos municipais. Esta proposta de configuração foi a utilizada no portal regional piloto. Deste modo, os visualizadores de IG devem possuir os seguintes requisitos:

- Secção – Cabeçalho
 - Contém informação sobre a instituição do projecto. Links diversos, referência ao projecto SIGAE, entre outras informações.
- Secção de ferramentas/serviços⁵
 - Ferramentas de visualização (identificar ponto, retirar coordenadas, pan, zoom, seleccionar objectos, etc);
 - Ferramentas de edição do mapa (introduzir pontos, desenhar polígonos, inserir anotações, etc);
 - Geração de áreas de influência (*buffer zone*);
 - Definição de escala pelo utilizador;
 - Hiperlinks;
 - Pesquisas/consultas alfanuméricas e espaciais;
 - Cálculo de percursos;
 - Medições lineares e de superfície;
 - Possibilidade de Impressão em *layout* próprio;
 - Possibilidade de exportar para outros formatos (pdf, jpg, etc.);
 - Leitura de coordenadas (ou as coordenadas devem estar sempre presentes);

⁵ As ferramentas/serviços podem variar caso se opte por um ou mais sites de informação geográfica. Também podem variar em função do *IMS* escolhido.

- Emissão de plantas de localização;
- Cruzamento de informação (apoio ao licenciamento de Obras Particulares);
- Outras ferramentas/serviços.
- Secção de legenda
 - A legenda descodifica a simbologia utilizada no mapa e deverá estar sempre visível.
- Secção de enquadramento do mapa
 - Local onde é colocado o enquadramento do mapa que se está a visualizar. Sempre que o utilizador carrega a página devem aparecer os limites administrativos do município nesta secção. Trata-se de uma importante ferramenta de ajuda na navegação dos utilizadores.
- Secção do “mapa”
 - Local onde é mostrado o pedido de informação por parte do utilizador.
- Secção de conteúdos a disponibilizar (temas de informação geográfica)
 - Local onde é está os vários temas de informação disponíveis

Outros aspectos funcionais a considerar:

- Sugere-se também que a informação do PDM não deve ser visualizada em escala superior à da cartografia sobre a qual o mesmo foi elaborado;
- Poderão ser integrados outros temas para além dos contemplados no modelo desde que seja respeitada a estrutura mínima proposta no mesmo;
- Toda a informação disponibilizada nos mapas dinâmicos está residente na Base Dados Geográfica Regional Internet.

7. O Portal Regional de Informação Geográfica da AMLEI

O portal regional de informação geográfica da AMLEI encontra-se “online” desde de Abril de 2007, resultando da implementação do projecto-piloto e foi desenvolvido de acordo com os requisitos anteriores.

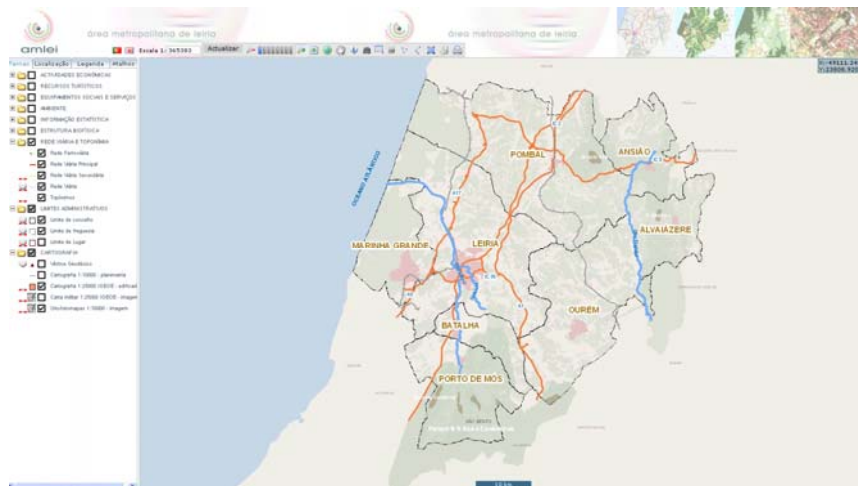
Enquanto o sítio da AMLEI não estiver *on line*, o acesso ao portal é feito através do endereço electrónico provisório, <http://geoportal.amlei.pt>. Neste endereço o visitante tem acesso a três áreas principais: uma área referente à apresentação do projecto, outra relativa a mapas dinâmicos e uma terceira com informação disponível para *downloads*.



Aspecto geral do Geoportal da AMLEI.

Centremos a nossa atenção sobre a secção dos mapas dinâmicos. Neste momento estão disponíveis, ao público, dois mapas dinâmicos: um designado informação geral, composto por temas diversos de IG; outro referente aos Instrumentos de Gestão Territorial. A interface do visualizador é composta por 3 áreas: a área do mapa, a área da barra de ferramentas e a área de navegação.

Seguidamente analisamos cada uma das secções em particular.



Ambiente de visualização do Portal de Informação Geográfica da AMLEI

Área do Mapa

A área do mapa é o local onde é mostrado o mapa que resultou do pedido de informação por parte do utilizador. Nesta área existem ainda dois elementos que o auxiliam. No canto superior direito encontram-se as coordenadas. Sempre que se move o cursor aparecem as coordenadas do local onde se encontra. Na parte inferior do mapa, existe a barra de escalas, que permite ter uma percepção visual da escala de “zoom” a que são mostrados os objectos no mapa.

Área da Barra de Ferramentas



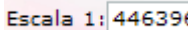
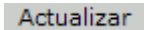

















Na parte superior da área de visualização do mapa existe a barra de ferramentas que, para além das funções básicas de navegar no mapa, permite o acesso a outras funcionalidades.

Ao passar com o cursor sobre um botão da barra de ferramentas, surge no ecrã uma pequena descrição das funcionalidades.



Área de Ferramentas

As ferramentas disponíveis para auxílio à consulta de IG são as seguintes:

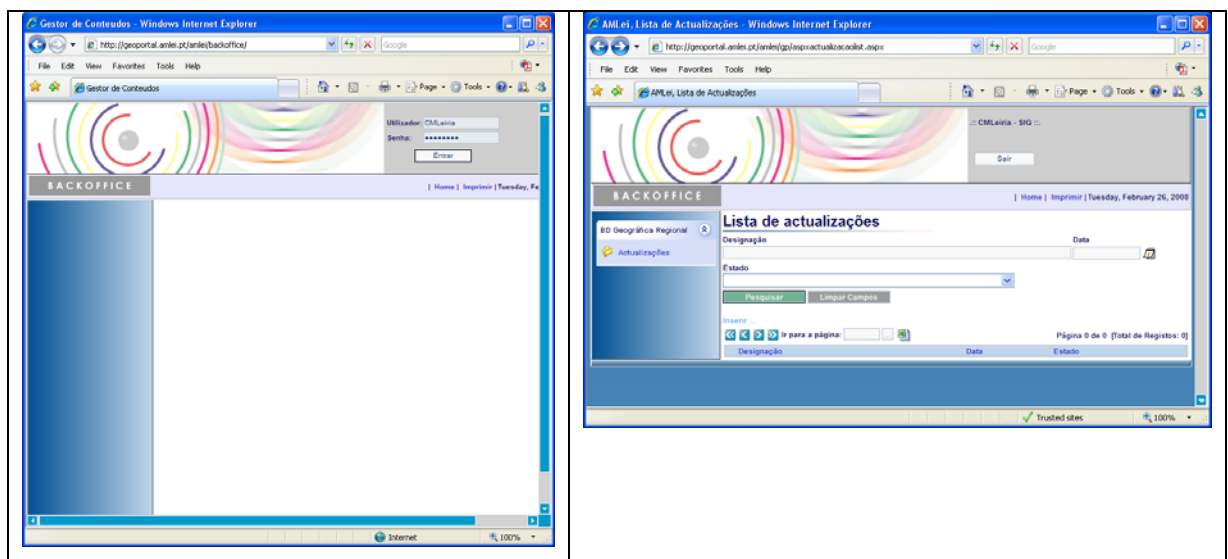
	Clique para visualizar a informação em português (língua que aparece por defeito)
	Clique para visualizar a informação em Inglês
	Definição de escala pelo utilizador
	Clique para visualizar a informação escolhida
	Clique para ver uma área menor – Zoom menos
	Barra de escalas
	Clique e arraste uma janela sobre o mapa para aproximar essa área
	Clique para voltar ao zoom anterior
	Clique para ver o mapa inicial
	Clique e arraste para mover o mapa na direcção que desejar
	Clique para obter mais informação sobre o tema activo
	Clique para efectuar pesquisa à Base de Dados
	Pesquisa geográfica. Clique, defina um perímetro, e clique no mapa para visualizar informação
	Clique para medir distâncias
	Clique para desenhar ponto auxiliar
	Desenhar linha auxiliar. Clique no mapa com o botão esquerdo para adicionar pontos. Aceite sobre o botão  do canto inferior direito
	Desenhar polígono auxiliar. Clique no mapa com o botão esquerdo para adicionar pontos. Aceite sobre o botão  do canto inferior direito do mapa
	Clique para limpar selecção
	Clique para imprimir o mapa

A descrição detalhada das funcionalidades de cada ferramenta consta do **Anexo**.

8. Mecanismo de Actualização da Informação

A manutenção do portal regional de IG é feita à custa das bases de dados locais, cuja regularidade depende do grau de actualização da IG. Este processo de

actualização é realizado com o apoio de uma ferramenta criada especialmente para o efeito, conforme os formulários apresentados.



Backoffice do registo de actualizações

Através de acesso controlado, os vários núcleos locais fazem “upload” da sua BDGM_Internet, quer total, quer parcialmente (por projecto), sendo enviados os respectivos ficheiros para o servidor da AMLEI. Após este passo, os ficheiros enviados seguirão um *workflow* interno para a actualização da informação a publicar no portal.

Os utilizadores podem acompanhar os vários estados, bastando para isso acederem à aplicação e fazerem o respectivo *login*.

A base de dados enviada, estando de acordo com o modelo definido, será incorporada na base de dados regional e o estado actual de cada ficheiro aparecerá como “BASE DE DADOS ACTUALIZADA”. No “histórico”, os utilizadores poderão acompanhar todo o processo desde a submissão da Base Dados até à sua incorporação na BD Regional.

Caso a base de dados enviada não esteja de acordo com as normas, esta situação fazer-se-á sentir no campo Estado Actual.

Conclusões

A construção de uma IIG resulta de um percurso marcado por experiências várias, onde a persistência e o pragmatismo estiveram sempre presentes. A colocação de conteúdos geográficos na internet representou o culminar desse percurso, por vezes espinhoso, e o nascimento de uma nova abordagem na disponibilização de IG para o cidadão, para os técnicos e para os decisores. Representa, também, uma viragem nas formas de atendimento junto dos munícipes, abrindo portas à participação pública e ao combate à infoexclusão.

Os objectivos traçados para a constituição e colocação da IIG de nível regional foram concretizados, restando ainda a colocação *on line* de alguns projectos de âmbito municipal.

O futuro do projecto passa pela melhor coordenação e sincronização das bases de dados municipais, pelo incremento de novas temáticas e conteúdos e pela evolução da plataforma tecnológica possibilitando, aos utilizadores credenciados, a actualização das bases de dados.

Podemos resumir as características do projecto em quatro pontos:



- A construção da IIG para a Alta Estremadura tem na sua génese a implementação de projectos de SIG, de forma modular, projecto-a-projecto;
- A colocação de conteúdos IG na internet permite modernizar as formas de disponibilização de informação, contribuindo para a promoção de uma participação mais activa no planeamento e na gestão do território;
- A coexistência de vários portais municipais e de um portal regional de IG representa uma mais-valia, tirando partido da complementaridade e da diversidade de informação que varia em função das escalas;
- O modelo adoptado de entrosamento das diversas escalas de representação da informação parece-nos constituir o garante da sustentabilidade e evolução do projecto a médio e longo prazo.

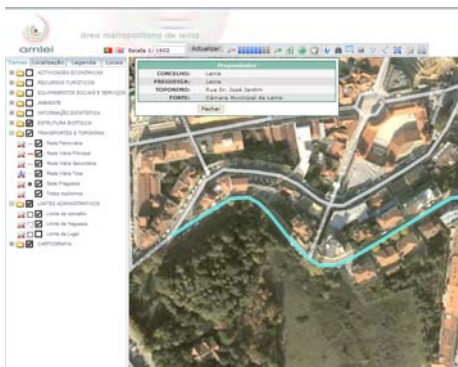
O projecto em causa é um exemplo de como é possível conjugar esforços e vontades para a satisfação de interesses comuns e fomentar o princípio da utilização integrada de recursos. A melhor forma de avaliar o sucesso desta passa pelo nível de aceitação e utilidade que o mesmo venha ter na Sociedade da Informação.


Referências Bibliográficas


- AMLEI, Guião para a Construção do Projecto Carta Turística, 2004, (Doc. Interno)
- AMLEI, Guião para a Construção do Projecto Carta Desportiva, 2006, (Doc. Interno)
- AMLEI, Guião para a Construção do Projecto Equipamentos Sociais, 2005, (Doc. Interno)
- AMLEI, Normas para colocação de Conteúdos Geo-referenciados na Internet, 2007 (Doc. Interno)
- Ministério da Ciência e da Tecnologia, Missão para a Sociedade da Informação, Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal [Documento electrónico]/Missão para a Sociedade da Informação. - Dados textuais. - Lisboa: M.S.I., 1997, <http://purl.pt/239>. - Tít. retirado da página de acolhimento. - Também disponível em edição impressa.

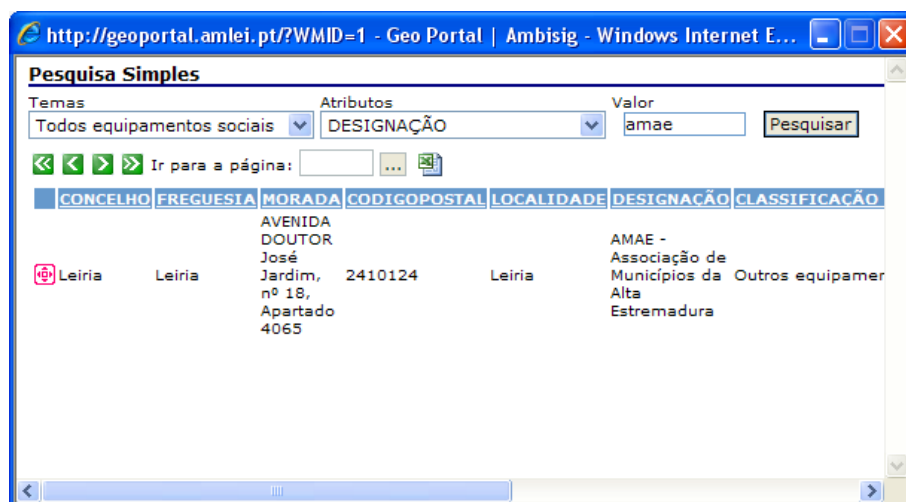
ANEXO – Descrição e Funcionalidades de Algumas Ferramentas

 **Informação** - Este botão permite ao utilizador aceder à informação associada a determinado elemento do mapa. É necessário colocar o tema activo  e clicar sobre um determinado elemento do tema activo no mapa. Por exemplo, para obter informação sobre uma determinada rua, deve activar o tema “rede viária total” e clicar sobre uma rua. À medida que o cursor passe sobre determinada rede viária, vai aparecendo a designação da rua.






Utilização do botão 



 - **Pesquisa alfanumérica** – Este botão permite ao utilizador efectuar pesquisas alfanuméricas à base de dados. É necessário escolher o tema, o atributo e colocar o texto




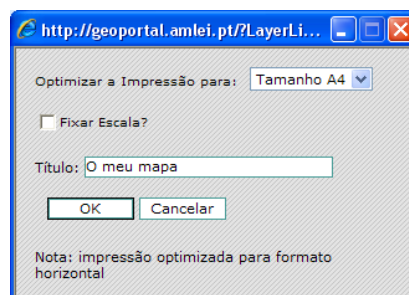
Exemplo de uma pesquisa simples

Clique no botão  para ver no mapa o resultado da pesquisa.

 **Pesquisa geográfica** - Este botão permite efectuar pesquisas com base na distância a um determinado local. Primeiro certifique-se que o tema sobre o qual quer efectuar a pesquisa geográfica está visível ☒. Clique no botão  e defina se pretende a pesquisa por distância fixa ou interactiva. Clique “pesquisar” para obter os resultados.

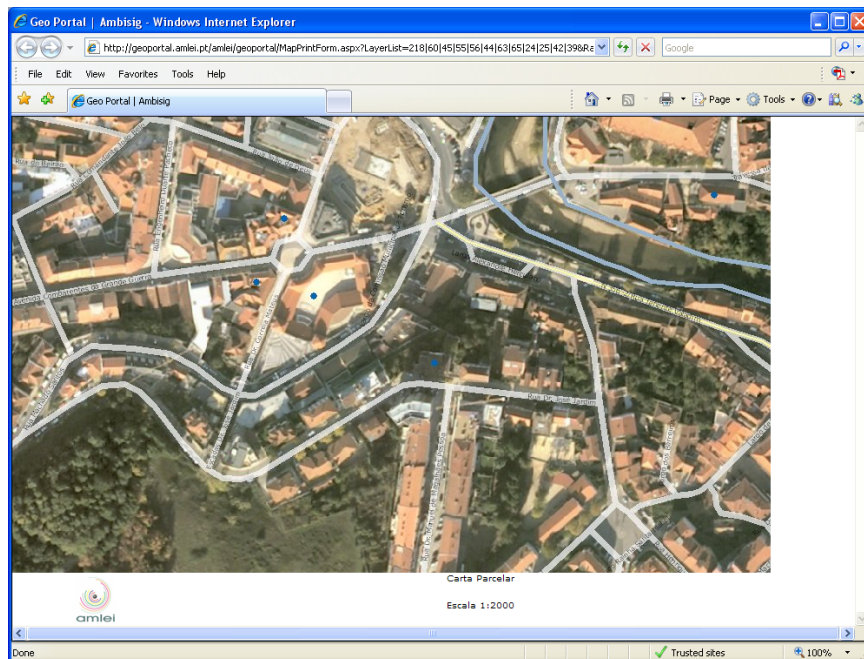
Por exemplo, para saber todos os equipamentos sociais num raio de 500 m da AMAE. O tema deve estar visível, defina a pesquisa por distância fixa (500m) e clique no local da AMLEI. Abrir-se-á uma nova janela com o resultado da pesquisa. Nesta nova janela pode optar por visualizar apenas um determinado resultado , ou visualizar todos os resultados .

 **Imprimir mapas** - Estão botão permite imprimir mapas. Depois de clicar deve definir o tamanho da impressão, assim como o título do mapa.



A screenshot of a web browser window showing a print dialog box. The address bar displays 'http://geoportal.amlei.pt/?LayerLi...'. The dialog box has a title bar with standard window controls. Inside, it says 'Optimizar a Impressão para: Tamanho A4' with a dropdown arrow. Below that is a checkbox labeled 'Fixar Escala?'. A text input field contains 'Título: O meu mapa'. At the bottom are 'OK' and 'Cancelar' buttons. A note at the very bottom reads 'Nota: impressão otimizada para formato horizontal'.

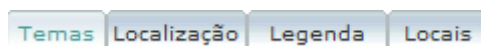
Formulário de impressão



Exemplo de uma planta impressa pelo utilizador


Menu de navegação

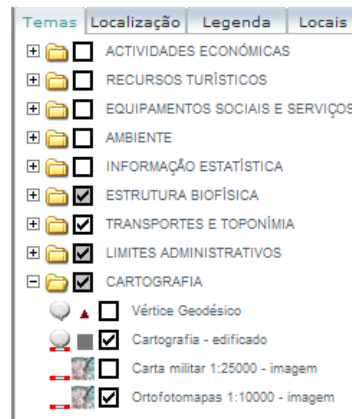
Nesta área existe 4 separadores: temas, localização, legenda e locais.




Separador Temas

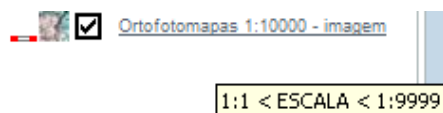
Neste separador encontra-se a informação agrupada por grupos e por temas.

Quando se carrega o mapa, os grupos temáticos encontram-se fechados por defeito. Clique  para abrir o grupo temático e ter acesso aos temas de informação geográfica.





Exemplo da árvore de temas e grupos temáticos

Para facilitar a visualização da informação, alguns temas apenas estão visíveis a determinadas escalas. Os temas com o símbolo  estão nessa situação. Passe com o rato por cima do tema e verifique entre que escalas é que a informação pode ser visualizada.



Os temas visíveis têm uma caixa com um “visto” ☒. Clique a caixa ☐ para ligar/desligar um tema de informação

Para activar um tema clique no botão  e clique de seguida no tema pretendido. O tema activo fica com este símbolo . Uma vez activo, clique no mapa para obter informação sobre determinado elemento cartográfico.



Se passar com o cursor por cima de um elemento cartográfico do tema activo, aparecerá informação referente a esse elemento (cf. figura seguinte)



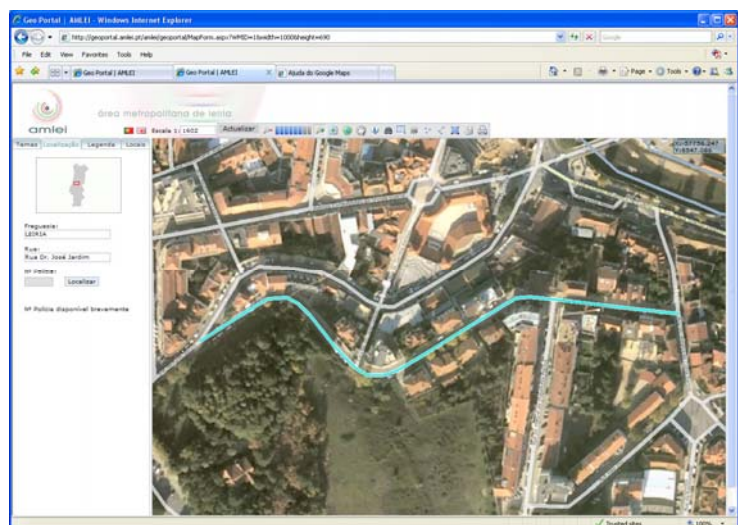
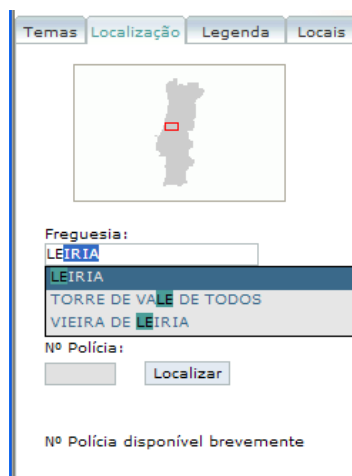
Ilustração de “Map tips”

Separador localização

O separador de localização consiste numa ferramenta que auxilia na localização no mapa, através da designação da rua.

Primeiro escolha a freguesia e de seguida a designação da rua. À medida que digitar na caixa de texto, o browser está activamente a procurar, na base de dados, o conteúdo pretendido sem o interromper.

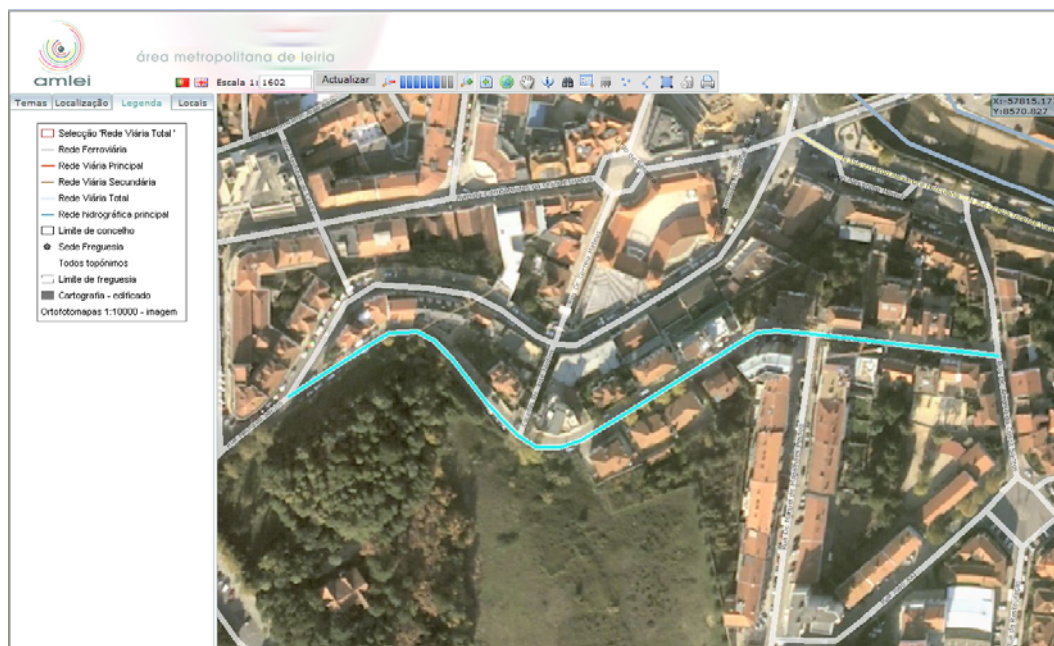
Clique no botão localizar para ir para a rua pretendida. Brevemente estará também disponível a opção de pesquisar com o número de polícia.



Exemplo de uma pesquisa pelo separador “localização”

Separador legenda

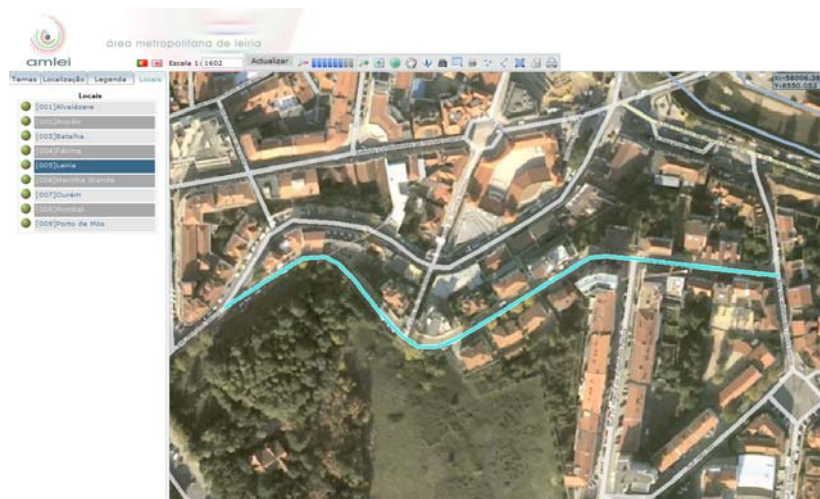
Nesta área encontra-se a legenda que permite decodificar a simbologia do mapa.



Exemplo de legenda

Separador Locais

Neste separar encontram-se um conjunto de marcadores pré-definidos que o auxiliam. Clique num local para fazer “zoom” para determinada área. Estão definidas as 8 sedes de concelho do território da AMLEI e a cidade de Fátima.



Exemplo de marcadores para pesquisa

Parte X

Ordenamento

SIG na avaliação de alternativas para a localização do Novo Aeroporto de Lisboa

Sérgio Bento¹, Raquel Pinho¹, Miguel Coutinho¹ e Carlos Borrego^{1,2}

¹IDAD – Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, Campus Universitário, 3810-193 Aveiro, Portugal, e-mail: sec@idad.ua.pt

²Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Campus Universitário 3810-193 Aveiro, Portugal

Resumo

No âmbito do trabalho desenvolvido para identificar e avaliar alternativas de localização para o Novo Aeroporto de Lisboa (NAL), o Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi essencial para a selecção rápida da alternativa ambientalmente menos impactante. A utilização desta ferramenta permitiu, de uma forma rápida, juntar na mesma base de trabalho uma panóplia de informação, possibilitando uma análise integrada de uma vasta área do território.

Daqui resultou a selecção de todos os locais possíveis de localização, de acordo com os pressupostos estabelecidos, seguindo-se uma análise mais detalhada, através da definição e cálculo de indicadores ambientais. Este cálculo resultou da aplicação das diversas ferramentas do SIG, possibilitando o desenvolvimento de uma matriz comparativa entre os vários locais alternativos estudados.

Palavras-chave: GIS, aeroporto, dados geográficos, indicadores, matriz comparativa

1. Introdução

Os estudos de selecção de localização para o NAL remontam a 1969. Desde então foram estudadas várias alternativas tendo este processo terminado em 1999 com a selecção da alternativa Ota. Durante três décadas a viabilidade das alternativas estudadas centrava-se na análise individual dos impactes de cada uma das alternativas em função da sua localização sem ocorrer uma avaliação conjunta e mais abrangente das alternativas e do território em que estavam inseridas.

Desde a tomada de decisão de construir o NAL na Ota iniciou-se um debate nacional face aos elevados custos da construção, devido à complexidade

topográfica e hidrológica. Perante estas preocupações, a Confederação da Indústria Portuguesa (CIP) solicitou um estudo IDAD com o objectivo de avaliar eventuais alternativas de localização do NAL.

A pertinência de efectuar uma nova avaliação à viabilidade do território e ambiente da região de Lisboa para a localização do NAL prende-se ainda com os seguintes factores: disponibilidade da ferramenta SIG que permite uma análise integrada do território e uma avaliação conjunta das possíveis alternativas de localização; existência de uma maior diversidade de dados geográficos; e à existência de dados mais recentes, como por exemplo os Censos 2001, sendo de salientar a intensa dinâmica demográfica na região de estudo durante os últimos 25 anos. Só no concelho de Vila Franca de Xira, por exemplo, a população aumentou mais de 39% entre 1981 e 2001.

2. Comparação de alternativas

O tratamento da informação espacial no passado era realizado basicamente através da utilização de mapas em papel. Hoje em dia, existem softwares, designadamente o SIG, que permitem o uso de tais informações e a sua análise numa base comum para auxiliar na tomada de decisão.

A utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é de extrema importância devido ao facto da generalidade da informação ser geo-referenciável, o que oferece um campo de aplicação vasto e diversificado para o mesmo conjunto de componentes de modelação. Um dos campos de aplicação do SIG é a resolução de problemas de localização, ou seja, a identificação da melhor localização para uma dada infra-estrutura ou equipamento (MATOS, 2001).

A avaliação de alternativas para a localização do Novo Aeroporto de Lisboa (NAL) teve como objectivo determinar a viabilidade ambiental de uma infra-estrutura aeroportuária num raio de 50 km a partir da gare do Oriente. O SIG foi essencial para uma avaliação integrada e abrangente do território em análise e na determinação rápida e fiável de locais com viabilidade ambiental, através das seguintes fases:

- Identificação de áreas para a localização do NAL;
- Avaliação dos locais alternativos de localização (indicadores ambientais e matriz comparativa).

2.1 Identificação de áreas para a localização do NAL

No sentido de impedir a repetição dos problemas ambientais identificados nos casos das localizações da Ota e Rio Frio definiram-se os seguintes critérios de selecção: 1) impedir sobreposições com áreas naturais classificadas; 2) ampliar a distância ao corredor ecológico primário Tejo-Sado delineado no PROT-AML; 3) minimizar a afectação de áreas de montado; 4) minimizar a afectação de áreas húmidas; e 5) minimizar a população a afectar.

De acordo com os critérios de selecção, procedeu-se ao levantamento da informação existente relativamente às seguintes características da área em análise: uso do solo; distribuição populacional; servidões; áreas de interesse natural; orografia; vulnerabilidade do aquífero.

O SIG permitiu agregar e sobrepor toda a informação geográfica obtida na mesma base de dados, resultando na produção de um mapa ilustrativo da respectiva distribuição territorial. Este mapa possibilitou uma identificação rápida de três áreas com viabilidade ambiental na área em análise, ou seja, nas quais se cumprem os critérios definidos.

A área 1 localiza-se nas proximidades de Fonte da Telha actualmente ocupada por uma extensa área de pinhal; a área 2 localiza-se a Norte da cidade de Setúbal; e a área 3 é uma extensa área de espaços florestais, em parte classificados como degradados, localizados na zona Nascente do Campo Tiro de Alcochete (CTA).

Posteriormente, procedeu-se a uma análise mais detalhada das dinâmicas territoriais de cada uma destas três áreas, da qual resultou a eliminação da área 1 devido aos seguintes factores: 1) forte pressão urbanística de carácter turístico-residencial planeados para essa área; 2) excesso de população na envolvente; 3) acessos rodoviários próximos do congestionamento; e 4) impossibilidade de criar uma rede articulada de acessibilidades face às características geográficas do local.

Daqui, resultaram duas áreas com viabilidade para a construção do NAL: a área 2 no concelho de Palmela, designada por Poceirão; e a área 3 que abrange parte dos concelhos do Montijo e de Benavente, designada por zona H.

Nestas áreas foram “ensaiados” os locais mais adequados para a implantação do polígono do NAL de acordo com as características do território e condicionantes aeronáuticas. Face à base de dados previamente construída, a identificação de 7

locais alternativos de localização foi fácil e rápida (Figura 1), devido à capacidade de processamento e resposta do SIG.

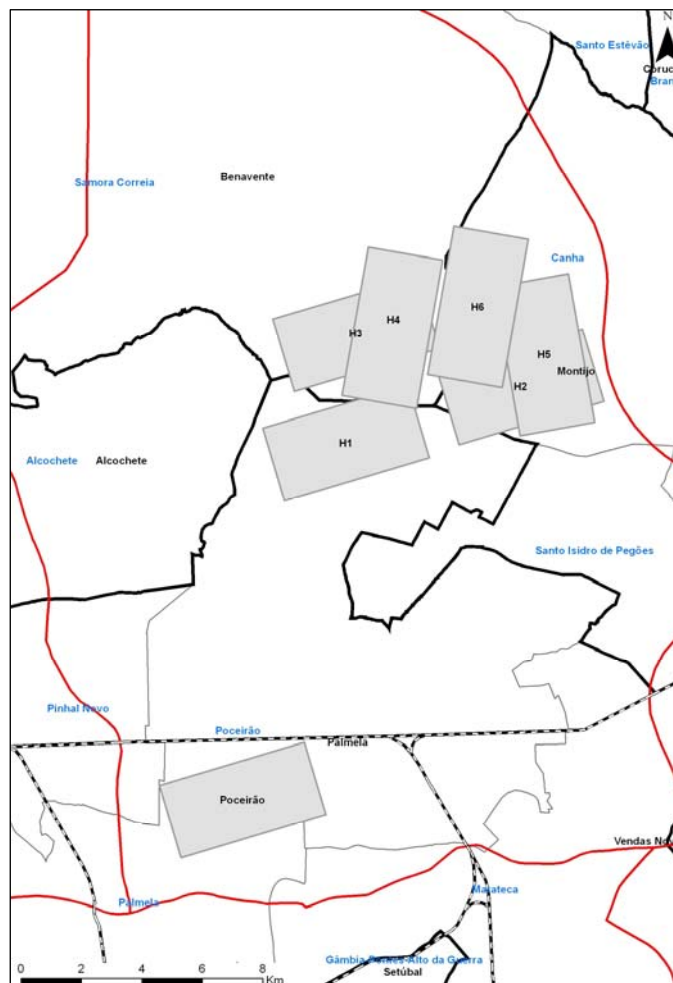


Figura 1 – Locais alternativos de localização do NAL.

2.2 Avaliação dos locais alternativos de localização

Esta fase consistiu na avaliação mais detalhada dos locais alternativos de localização a partir de: 1) análise de indicadores ambientais; 2) matriz comparativa.

2.2.1 Indicadores ambientais

A partir dos critérios inicialmente definidos, procedeu-se à selecção de indicadores ambientais, possíveis de quantificar face à informação disponível na

base de dados, tendo em vista a construção de uma matriz que agilizasse a comparação das várias alternativas.

Número de sobreiros estimados para a zona de implantação (ISOB)

O número de sobreiros existentes foi estimado tendo em conta a caracterização do uso do solo e a metodologia de cálculo adoptada.

Para uma primeira interpretação do uso do solo foi utilizada a informação mais actualizada do CLC'2000. Contudo, o COS'90 tem como grande vantagem apresentar um maior detalhe, tanto a nível espacial como nas tipologias de uso de solo, o que se revela particularmente importante na estimativa dos vários tipos de floresta. Deste modo, tendo como base de partida os dados incluídos no COS'90, através do SIG, procedeu-se à sua actualização a partir da seguinte informação:

- CLC'2000;
- Fotografias por satélite obtidas através do sistema informático Google Earth;
- Extenso levantamento fotográfico realizado no terreno a 7 de Maio de 2007.

A metodologia de cálculo adoptada teve por base a tipologia de floresta contendo sobreiro (B) e/ou azinheira (Z), tendo sido consideradas as taxas de ocupação por estas espécies e os respectivos níveis de densidade, tendo sido atribuídos vários pesos de modo a poder comparar o número de árvores existente em cada mancha. Para o cálculo do número de árvores existente foi estimada a área ocupada por cada árvore em condições de montado puro muito denso. Utilizou-se o valor de 172 m^2 por unidade, correspondente a um raio de 7,4 m da copa.

O SIG permite uma interpretação do território, cujo detalhe depende da escala da informação de base disponível. Neste âmbito, face à escala de análise local que se pretende na maioria dos casos, há necessidade de ajustar a informação disponível e geo-referenciada existente normalmente a uma escala acima de 1: 250000, recorrendo a outras fontes de informação (trabalho de campo, imagens aéreas, entre outros), cujo resultado obtido deverá ser fiável.

Área ocupada por eucaliptos na zona de implantação (IEUC)

A área ocupada por eucaliptos teve por base a caracterização do uso do solo actualizada, e mais concretamente, as áreas ocupadas por eucaliptais de grande densidade.

Número de desalojados estimados para a zona de implantação (IHAB)

A estimativa da população a desalojar na zona de implantação resultou do cruzamento do polígono com os dados de população correspondentes aos Censos 2001, devidamente discretizados ao nível da localidade. A ferramenta do SIG permite cruzar facilmente informação alfanumérica e vectorial, obtendo resultados quantitativos fiáveis para a escala de análise pretendida.

Número de habitantes que se estima ficarem expostos a um nível de ruído Leq superior a 65 dB(A) (IR65) e Número de habitantes que se estima ficarem expostos a um nível de ruído Leq entre 55 e 65 dB(A) (IR55)

Para efectuar a estimativa rápida da população afectada pelas actividades aeroportuárias adoptou-se uma metodologia desenvolvida pela empresa Aeroports de Paris (AdP) (NAER, 1998). Segundo a AdP, é possível definir duas zonas de dimensões típicas a que correspondem os seguintes níveis de ruído:

- Zona 1: uma área de 2,7 km por 9,6 km (26 km²), com orientação equivalente à das pistas e centrada com a zona de implantação, no interior da qual se estima um valor de Leq superior a 65 dB(A);
- Zona 2: uma área de 3,7 km por 23,7 km (88 km²), com características semelhantes às descritas anteriormente, no interior da qual se antecipa que o valor de Leq se situará entre 55 e 65 dB(A).

Do cruzamento destes polígonos com a distribuição da população discretizada a nível da localidade, obteve-se uma estimativa da população afectada por níveis elevados de ruído.

Fracção da área da zona de implantação ocupada por terrenos afectos a uso militar (IMIL)

Corresponde à fracção da área do polígono que se encontra no interior do Campo de Tiro de Alcochete (CTA), sendo facilmente obtida a partir da operação de sobreposição.

Comprimento da ZPE atravessada a altitude inferior à recomendada (IZPE)

Este valor foi obtido através da distância entre o início das pistas e o limite da ZPE. Quando essa distância for superior a 6100 m deve-se considerar que não existe qualquer perturbação; nos casos em que tal não se verificar foi calculado o comprimento da ZPE atravessada por aviões a altitudes inferiores a 1000 pés¹.

Indicador de rugosidade orográfica (IORO)

A quantidade de terras a movimentar depende do *layout* final da instalação aeroportuária e das características geológicas do terreno. O SIG permitiu uma estimativa rápida e comparativa das exigências de movimentação de terras, através do índice de planitude.

O índice de planitude é definido como o rácio entre a área em plano de um terreno e a sua área real superficial, equivalente ao co-seno do declive médio da plataforma. Num terreno completamente plano, sem qualquer rugosidade, este índice tem um valor de 1,00.

O cálculo deste índice resulta da construção do modelo digital de terreno, a partir da informação da altimetria, disponibilizada no website da CGIAR - Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI).

Para estabelecer a comparação através do índice de planitude de forma rápida, o detalhe da informação da altimetria utilizada revelou-se suficiente; contudo, para apurar numa fase posterior o volume real da movimentação de terras é recomendável recorrer a informação de altimetria cuja escala de representação seja a maior possível, minimizando assim os erros de detalhe.

Índice de vulnerabilidade do aquífero (IAQU)

Para uma primeira análise da vulnerabilidade do aquífero superficial à contaminação, foi aplicado o Índice de Susceptibilidade, que integra os aspectos

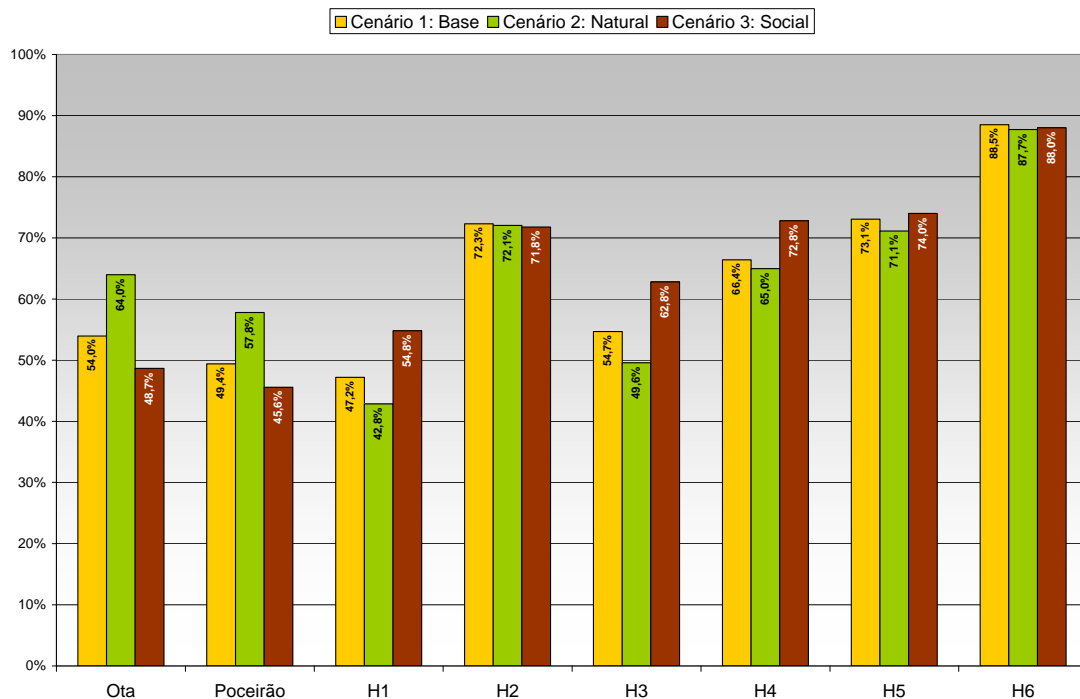
¹ Segundo o DL. 290/94, que regulamenta a Zona de Protecção Especial do Estuário do Tejo, é interdito "o sobrevoo por aeronaves que circulem com o tecto de voo inferior a 1000 pés, salvo voos de aproximação para aterragem ou descolagem de aeroportos e aeródromos, voos por motivos humanitários, aeronaves em emergência, voos militares de carácter operacional urgente e voos para determinados fins agrícolas."

hidrogeológicos, litológicos, geomorfológicos, meteorológicos e uso do solo. Através do cruzamento entre a carta de susceptibilidade e as várias localizações alternativas foi determinado um índice de susceptibilidade médio para cada um das áreas de implantação, aplicando uma ponderação simples decrescente com o grau de susceptibilidade à contaminação.

2.2.2 Matriz comparativa

A análise quantitativa efectuada pelo SIG aos indicadores ambientais contribuiu para a construção de uma matriz simples, de rápida interpretação e eficaz para uma comparação entre as várias alternativas. Esta matriz teve por base os seguintes pressupostos:

- Os valores dos indicadores foram adimensionalizados considerando uma distribuição linear entre o valor mínimo e o valor máximo;
- Cada indicador foi transformado numa gama entre 0 (alternativa com valor menos interessante) e 1 (alternativa melhor qualificada);
- Atribuição de graus de ponderação a cada um dos indicadores tendo em vista a sua integração num parâmetro único de avaliação global.
- Foram desenvolvidos três cenários distintos que correspondem a esquemas de ponderação diferentes: 1) Cenário-base: considerou-se que os indicadores apresentados são todos igualmente relevantes para a comparação atribuindo-se um peso equivalente a todos os indicadores; 2) Cenário-natural: neste cenário duplicou-se o peso associado às questões relacionadas com a protecção das áreas naturais; e 3) Cenário-social: neste cenário dá-se especial destaque às perturbações mais directas sobre as populações.



Esta matriz permitiu analisar a susceptibilidade das alternativas face aos cenários e aos indicadores e concluir sobre a alternativa de localização ambientalmente menos impactante.

3. Vantagens do SIG na tomada de decisão

O SIG é uma ferramenta de rápido processamento de informação vectorial ou matricial. A fiabilidade dos resultados depende da consistência topológica e temporal da informação. Actualmente, a disponibilidade de dados geo-referenciados *on-line* é cada vez mais diversificada e de maior qualidade, permitindo uma integração fácil e imediata no SIG. Contudo, os dados nem sempre são os mais adequados para a escala de análise que se pretende, havendo muitas vezes a necessidade de proceder a uma caracterização mais detalhada da informação de base, recorrendo a outras fontes de informação.

As principais vantagens de um SIG na tomada de decisão prendem-se essencialmente com a utilização da análise multicritério na avaliação de soluções alternativas, através de:

- Indicadores simples – a selecção de indicadores ambientais simples, mas relevantes para a decisão permite: a obtenção fácil de informação de base e a sua fácil quantificação e processamento.

- Objectividade “aparente” – a quantificação de todos os indicadores para uma base comum, através das operações de análise do SIG, permite uma comparação fácil e rápida.

Esta análise multicritério proporciona resultados simples, técnicos e tangíveis, o que facilita por um lado, a tomada de decisão política e por outro lado, um maior entendimento e consequente aceitação pela comunidade em geral.

4. Conclusões

O SIG desempenhou um papel fundamental na definição de áreas com viabilidade ambiental e na quantificação dos indicadores. A objectividade “aparente” dos indicadores permitiu de uma avaliação comparativa entre as várias alternativas, rápida e simples, a qual seria impossível sem o recurso ao SIG, em tempo útil e com os recursos humanos envolvidos.

Ao contrário de uma análise individual dos impactes de cada uma das alternativas em função da sua localização realizada em anos anteriores, a ferramenta SIG utilizada neste trabalho associada às potencialidades de armazenamento de dados e às operações de análise espacial, permitiu uma avaliação conjunta e abrangente de uma vasta área de território, assegurando a identificação da alternativa de localização do NAL ambientalmente menos impactante, o que proporcionou o apoio a uma tomada de decisão.

Bibliografia

NAER, 1998, *Estudo Preliminar de Impacte Ambiental do Novo Aeroporto – Ota*.

MATOS, J. L., 2001, *Fundamentos de informação geográfica*, ED. LIDEL, Lisboa.

IDAD, 2007, *Localizações alternativas para o Novo Aeroporto de Lisboa*, EEP 04.07-07/17, Aveiro.

GIS FOR ROAD MAINTENANCE. A CASE OF STUDY IN SPAIN

FERNÁNDEZ SEOANE, LUIS; GÓMEZ FRÍAS², VÍCTOR; MENCHEN, SILVIA; SÁNCHEZ MATA, MARIANO

GETINSA

²UNIVERSIDAD CARLOS III

RAMÓN DE AGUINAGA, 8

MADRID

28028 MADRID - SPAIN

SPAIN

lfernandez@getinsa.es

www.getinsa.es

RESUMO

O desenho e elaboração de instrumentos de informação para o apoio ao planeamento estratégico das infraestruturas de comunicação é uma entre as diversas funções que se derivam do Planeamento de um Território. Um caso particular é o desenvolvimento de instrumentos para o apoio à gestão e conservação de estradas. Neste artigo descrevem-se os componentes mais importantes que se devem considerar num Sistema de Manutenção e Gestão de Pavimentos em Estradas, pondo uma atenção particular nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como um componente mais deste sistema devido ao carácter espacial dos dados objecto da gestão.

Palavras chave

SIG(Sistema de Informação Geográfica), SGP (Sistema de Gestão de Pavimentos), IDEs (Infra-estrutura de dados espaciais), Manutenção de Estradas.

ABSTRACT

The design of instruments to gather data for the strategic planning of transport infrastructures is one of the diverse functions that stem from the planning of a territory. A specific case would be providing information for the strategic planning and management of road maintenance. This paper describes the most important components that should be considered in a Road Management System (RMS), paying particular attention to the Geographic Information System (GIS) component and the Pavement Management System (PMS).

Keywords

GIS, PMS (Pavement Management System), SDI (Spatial Data Infrastructure), Road Maintenance

1. Introduction

The exploitation of a road infrastructure includes all necessary tasks to keep the road in such a way that users can move along it with safety, comfort and fluidity. Usually, the management of roads include: improvement activities; system of roads activities; road use and defense activities; maintenance activities; and activities that supply information to the management systems.

Generally, maintenance activities are planned and supervised by management systems. Among them, Pavement Management System (PMS) highlights the importance of safety and comfort conditions. The PMS system is the main subject of this paper.

A Pavement Management System is a support system for decision-making; in the field of road maintenance, and to systematizes the collection, storage and later analysis of information relative to pavements. From the experience obtained in GETINSA, we think that a PMS must be designed to give an organized and understandable approach to road management. Its function consist consists on helping to determine the most

economically efficient strategies to keep the pavement in good conditions during a certain period of time.

In Spain, the use of PMS is acquiring a strong growth in the last years. As Sanchez and Torrecillas [1] indicate, this expansion not only has as principal users the public administrations, but also and increasingly the companies of infrastructures or the commercial distributors. In any case, this technological rise, in occasions, is limited by the lack of data. According to Sanchez and Torrecillas, the SDI (Spatial Data Infrastructure) plays a key role to access information.

There are many functions and activities necessary for the planning of a territory. In the next pages are underlined in particular those related with the design and developing of information instruments for the support of the strategic planning of road infrastructures. Concretely, this paper develops a particular case in which the aim of the planning is the support to the strategic programming and management of roads pavement.

2. State of the Art

The literature on pavement management reflect different approaches. Two of the most common approaches concentrate: 1) on the engineering aspects and, 2) on the technological aspects involved in its development.

Among the first ones, it is necessary to emphasize Ruotoistenmäki's vision [2] that, from an operative point of view, suggests three levels, clearly differentiated, in the Pavement Management: the first level or Network Level; the second level or Project Level, and the third level or Performances in the Network Level. These three levels, though strongly related, they represent degrees of decision clearly differentiated: from the most global or strategic, represented by the Network Level, to the most local represented by the Performance Level. These levels are addressed also by Bartolomé [3], who designates Management Level at the Network Level and analysis or study Level at the Performance Level. He suggests that the same information collection system cannot satisfy to all the levels equally, because of the fact that they present sensitively different decision ranges.

Originally [4] pavement management in the Network Level still followed a model called "from bottom to top" in which the best design of the pavement was decided according to each project. Later all the projects in a year were put together. This model required a very important budget. From the seventies, as consequence of budgetary limitations, this model evolved to another one named "from top to bottom" in which is considered the ensemble of solutions that would provide better results to Network Level, even if it is not the ideal ones at the individual section level. This is the model that prevails nowadays.

Among the authors who treat the pavement management from a more technological perspective it is worth mentioning the following ones: Neelam et al. [5] And Peled et al. [6]. They focus, almost the whole attention, on the technological component and, particularly, on the component GIS, of the PMS. This fact must not seem strange if there is kept in mind that the GIS are relatively new technologies, in any case later to PMS's development (the pavement management in the Network Level began in the middle of the sixties), and in constant evolution. H. Bham et al. [7] describe the

development of a Pavement Management System for the State of Illinois, based on a commercial GIS. This author justifies, slightly, the used models and illustrates some of the interfaces developed in the PMS. Following this trend, N. Hans et al. [8] describe the development of a PMS based on a GIS for the State of Iowa (USA). Recently Stuart [9], emphasizes the need of that the PMS are able to work in web environments where the user interacts directly from Internet.

In Spain, some authors recently started to address technological components does a comparison of the Pavement Management System most used internationally. He looks at the indicators used, the models implemented and the technology used. Other authors like Fernández et al. [11]; Elvira and Blacksmith [12]; Aliseda et al. [13]; and Ballesteros [14] concentrate on the contributions of the GIS to these systems.

The ensemble of the above literature suggests that the PMS at the Network Level, could serve: to collect information about the state of the road network subject of the study; to facilitate the evaluation of the pavement's maintenance; improve the estimation of the cost for conservation and repairs; and to help optimize the utilization of the available budgets.

Consequently, the incorporation of the information technologies and, especially of the GIS technology, should be done in a manner that facilitates the achievement of these objectives.

3. Material and Methods

The methodologies and the software used in the realization of this work are detailed next:

- The methodology of Rational Unified Process has been used to visually model the structure and the behavior of the architecture and the components.
- The Enterprise Architect modelling software has been used to specify, document and build the project, using UML.
- The design of the data model is basedon the E–R Diagram (Conceptual Level) to represent the conceptual outline in which the data and their interrelations are described from the organizational point of view. Then, the Relational Model (Logical Level) structure, has been designed, at logical level, as tables formed by rows and columns.
- Methods like dynamic segmentation have also been used to allow manage lineal data, independently if their dimension is static or dynamics (Figures 1).

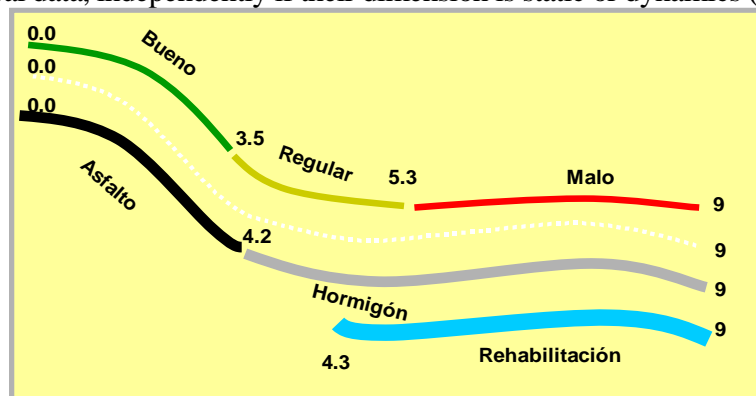


Figure 1. While in the vectorial data model a figure should be divided every time that the value that is represented changes, by means of the lineal segmentation it is possible to store multitude of different values without necessity of subdividing the basic network (Modified from Skowronek [15]).

- This, among many other things, give us freedom of working a priori with established road stretch and, therefore, to diminish the biases that might appear in the models and knowledge of the road network conservation.
- SQLSERVER has been used as database and the GIS software has been ArcGis for the heavy client and MapServer like web map server to the thin client.
- The development software used was .Net.

4. Results

In the following sections are presented the main results according to the following order:

1. First, with the purpose to define and delimit the business environment in which GIS technology is going to be integrated, the model business is described.
2. Second, the architecture and the technological environment is explained.
3. Lastly, the system data model is specified.

4.1. Bussines Model

In order to define and to delimit the business environment in which GIS technology is going to be integrated, the more important aspects related to the Pavement Management in roads are reviewed.

The most immediate concern for a pavement manager (Figure 2) consists in knowing the road network and the degree of pavement deterioration. Once this question about the current situation of the road network is solved, the manager should concentrate his attention in the possible future scenarios: " How it will be in the next years if I don't make anything?, what advantages can I have in performing maintenance actions this year instead of waiting to do so in coming years? What kind of maintenance should I carry out and in when"?.

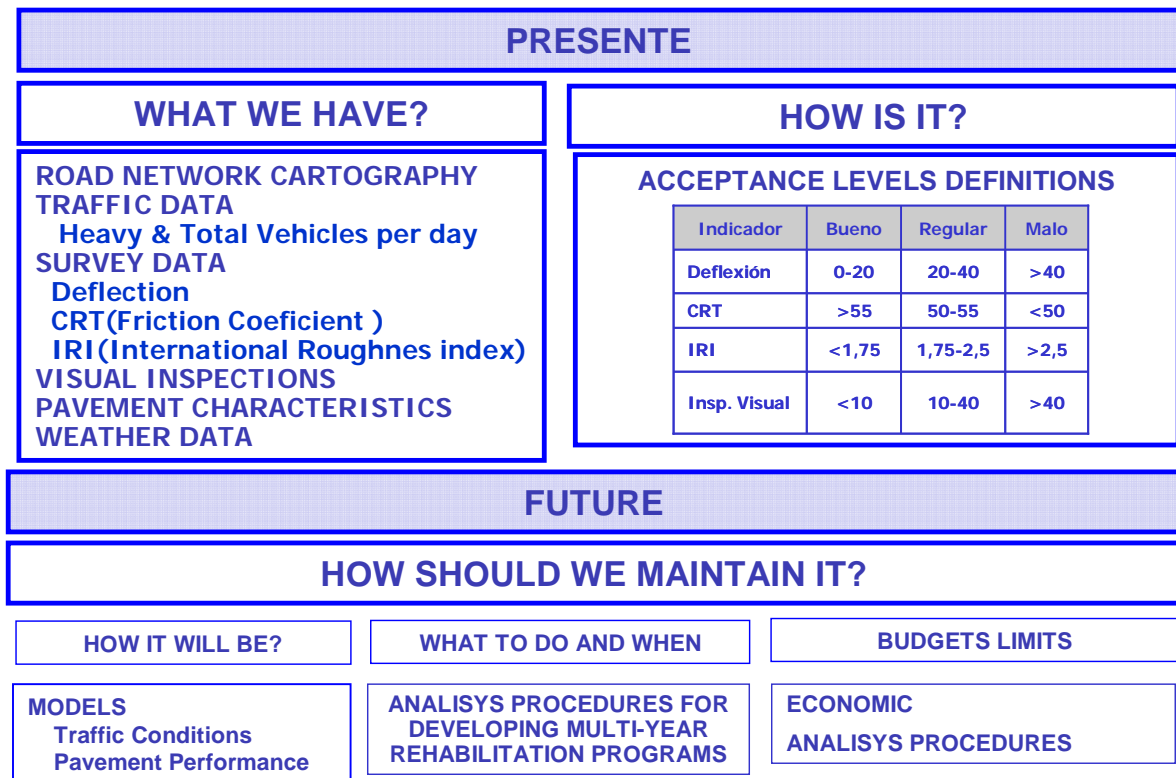


Figure 2.- Main questions a PMS should answer.

This brings us to deduce that the PMS components should be: the data inventories; the monitoring and analysis models; and the optimization and planning models

4.2 Architecture – Tecnological Environment

The prototype developed in GETINSA follows the logic of the architecture illustrated in Figure 2. In it is observed that the cartographic information – road network, administrative information, etc. - is stored in a geodatabase that is a geodata repository with extensions to store, query and analyze spatial data. On the other hand, the alphanumeric data (CRT, IRI, deflections, etc.) is stored in a relational database. Finally, the communication between the data inventory and the user takes place through an interface programmed with .NET under a commercial GIS software. This process facilitates the shared services of data capture analysis and management.

The programming environment of the thin client, still in the test phase, is being developed following the INSPIRE and OGC recommendations. The map server is based on Mapserver technology.

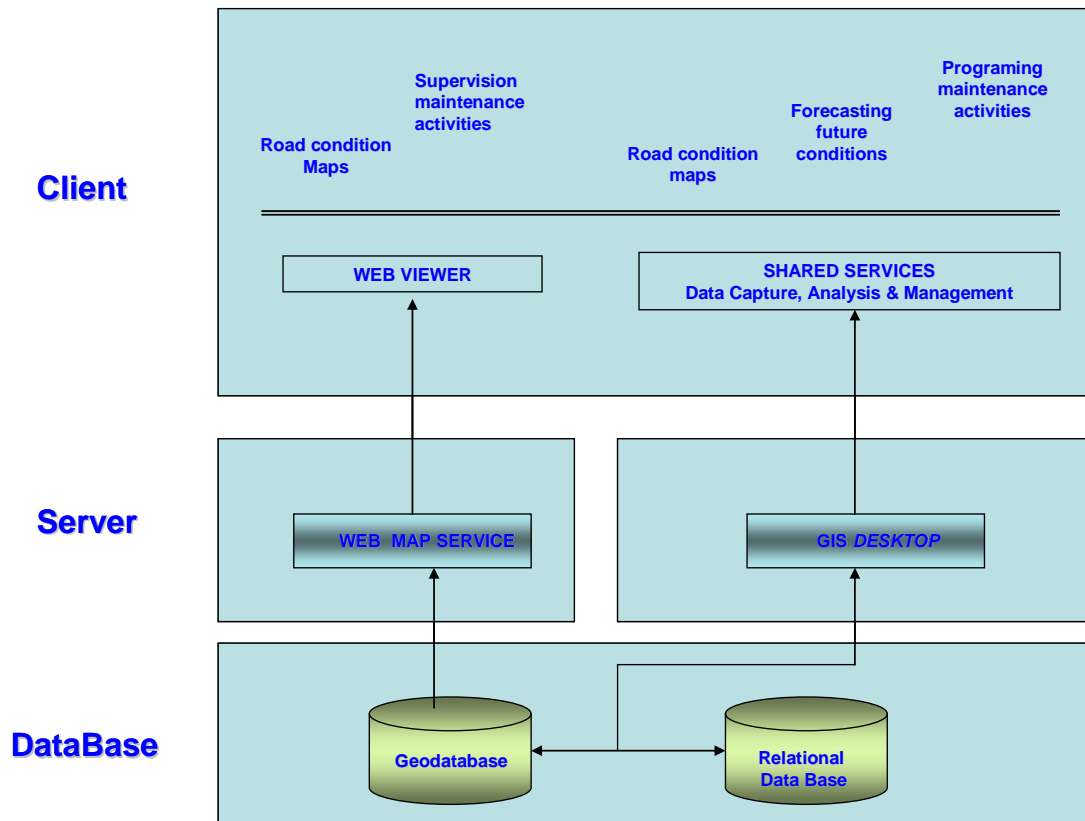


Figure 3.- System architecture.

The prototype implements the whole business logic described in the previous section and it is organized using windows interface, designed to facilitate the access to the different options of the program and make it intuitive and user-friendly. Figure 4 shows the way that the heavy client is integrated in the work flow:

- 1 From this system interface all the questions related with the present are answered: list of the requested information and GIS project.
- 2 From this interface questions relative to the future are answered: rehabilitation programs and cost evaluation. It also has the option to establish an execution priority in the performance; in this case, the GIS is used in a no transparent way for the user, to carry out the operations of spatial analysis.
- 3 The last interface offers the manager the opportunity to mix different future scenarios to study the consequences and to make the best decision.

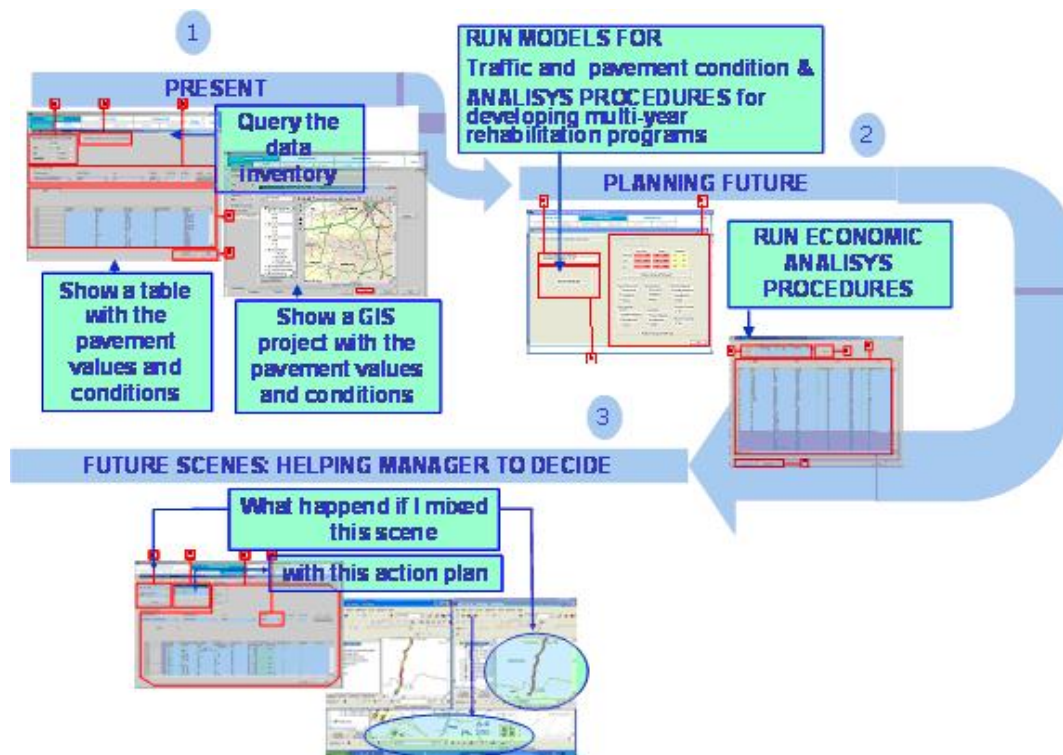


Figura 4.- Workflow where PMS is integrated

The workflow, where the thin client is involved, is described next and illustrated in figure 5.

Once the PMS determines the state of the road network, the headquarter manager (who has the mission of carrying out the planning of road activities at network level), provides this information to the demarcations.

- 1 The demarcations, then, can use the information, to evaluate the necessity of carrying out the maintenance suggested by the headquarter.
- 2 The manager of the demarcation will submit the project order using a web form. He also has a web map where is possible to visualize the road degradation
- 3 During the maintenance, the manager of the demarcation submit information related with the job inspections. A web interface is available, where the user of the demarcation can include information about the road conditions.

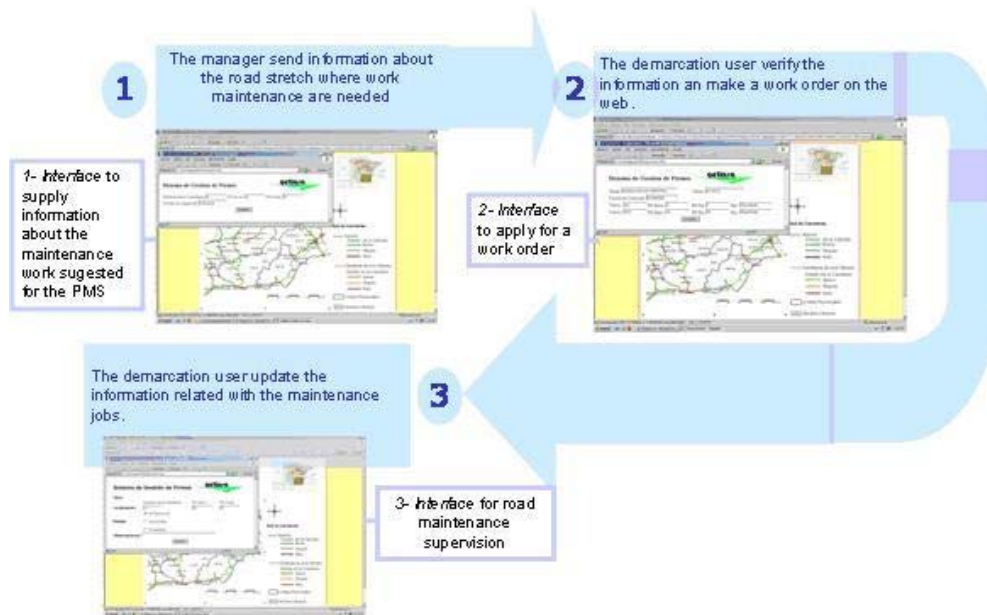


Figure 5.- Workflow where "Webmapping" technology is incorporated

4.3 Data Model

The purpose of the PMS data model is to facilitate the evaluation of the indicators and parameters, characteristic of the road pavement and performances.

The data model developed considers the spatial component of the pavement data and the temporal component -moment when these data have been measured-. It also reflects that, this data, in any of its dimensions, facilitate the knowledge -what, when and where- of what happens in the road network. Conceptually, the data model responds to an outline like the one that is illustrated in figure 6.

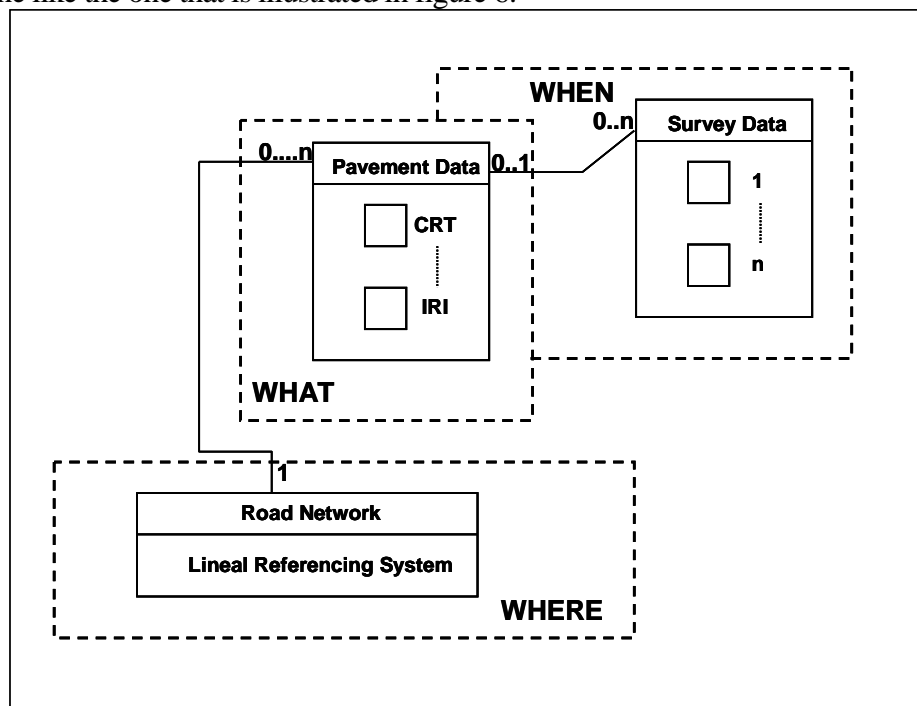


Figure 6.- Conceptual view of the data model

For the detailed implementation of the data model (Figures 7 and 8) all the requirements that the PMS should satisfy have been considered. The data model should allow:

1. To store the data of the indicators (CRT, IRI, Deflections), the parameters and the pavement characteristics measured in the different survey campaigns.
2. To store the maintenance jobs that are projected or executed over the road network.
3. To supply data to the algorithms which are implemented in the PMS: pavement degradation models and multiyear rehabilitation programs
4. To represent and consult the map information stored in the database. In short, it will be able to represent:
 - a. The data of CRT, IRI and deflections on the roadway stretch where it has been measured.
 - b. The interpreted values of CRT, IRI and deflections that reflect the pavement degradation.
 - c. The improvement actions that are projected on the road network.

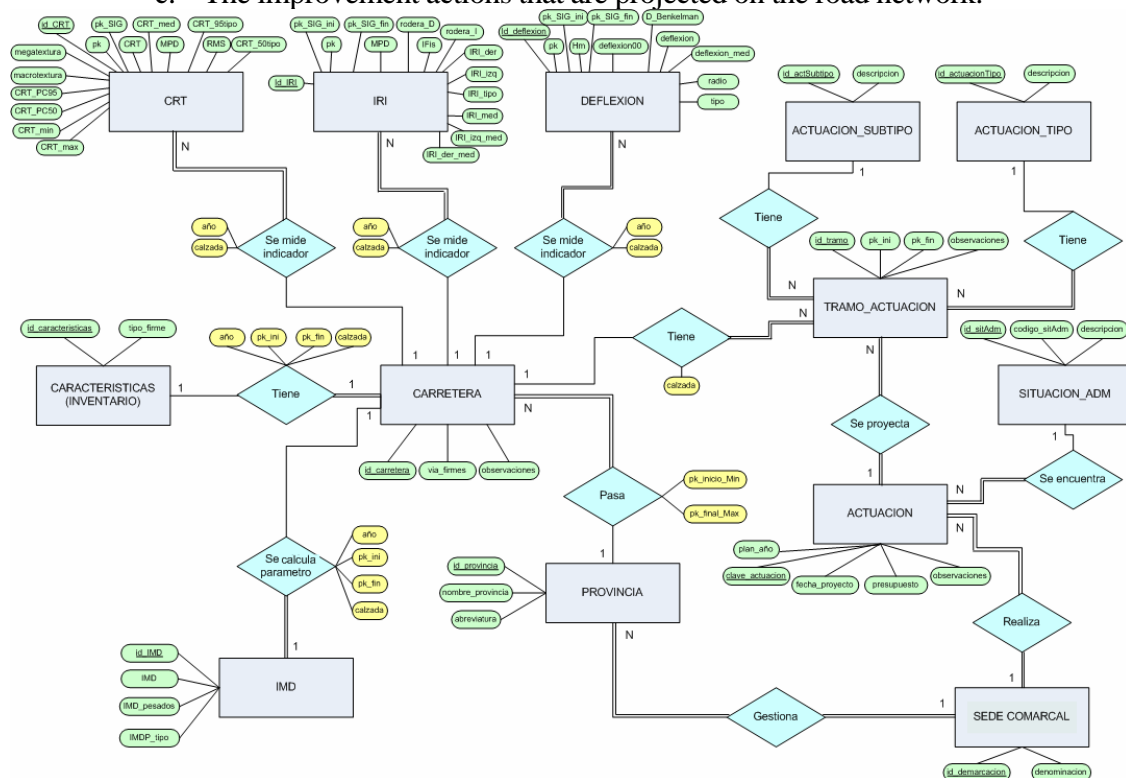


Figure 7.- E-R Model (Menchen[17])



5. Conclusions

The expansion of the road system in Spain implies that more attention should be paid to road conservation and rehabilitation necessities. To solve the problems derived from road conservation management is important to have a software system that helps the manager to take decisions. In the particular case of PMS, it has been observed that the localization of the data, their combined use, and the possibility to implement spatial analysis on them seems to be a necessity we should answer with the propose to integrate the System in the habitual workflow.

Geographic Information Systems (GIS) that facilitate the preparation, the analysis and the management of road data inventories seems to be the geographical support that facilitates and improves the knowledge of the road network. GIS technology represents an improvement, in all the aspects related to the management process of integral road maintenance, since this technology seems to be the logical way to relate the diversity of data managed. Also, it endows to the traditional systems with visualization capacities, spatial analysis and more efficient ways to data modernization.

From an enterprise point of view, to have in a single system all the information related with the company productive infrastructure make it possible to provide information to each one of the users in a user-friendly environment and according to the needs. Indeed, the integration of heavy clients and slight clients allows to optimize the use of resources endowing each user, of the corporate environment, with the most appropriate tool to carry out the tasks at hand.

In this sense, the prototype developed by GETINSA.R+D+i department incorporates all those functionalities. It has demonstrated their utility for the management and planning of activities in the conservation and maintenance of the Spanish public road network (26.000 km) as so much in the planning of a 130 km private management highway. On the base of these two experiences, we can conclude that:

- ❑ The use of GIS in the Pavement Information and Management Systems:
 1. Facilitates the knowledge of the road network.
 2. Authorizes the manager to make use of all the available auscultation data.
 3. Enables the possibility to elaborate as many future scenarios as the manager considers necessary and, with it, all the possible solutions.
 4. Facilitates an intuitive access to all the elaborated data and information, which make possible the communication among different specialists.
- ❑ The incorporation of lineal segmentation methods in the data model:
 1. Makes flexible and efficient the geodata management.
 2. Facilitates the estblishment of geodata in inventories.
 3. Provides data to the algorithms of the PMS models.
 4. Allows to represent and to consult on a map interface the information stored in the database.
- ❑ Finally, the implementation of a geoweb service and a web GIS viewer that execute the OGC standards, seems to be the most appropriate alternative to supply the PMS with a thin client that supply the demarcations with the necessary information,

facilitating the communication among the different actors involved in the road maintenance.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sánchez Díaz, F. y Torrecillas Lozano, C. (2002): “Estrategia para una infraestructura de Datos Espaciales en Andalucía”. *II Jornadas sobre Sistemas de Información Geográfica*. El Escorial. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 18 y 19 de Noviembre 2002.
- [2] Martínez Lainez, Clara; Pérez Jiménez, Félix Edmundo (2006). “Gestión experta de firmes. Modelización del comportamiento de los firmes”, en Departament de Política territorial i Obres Públiques, Generalitat de Catalunya - Asociación Española de la Carretera (Ed.): *Jornadas sobre Optimización en la Planificación y Gestión de Carreteras*. Barcelona, pp 189-214
- [3] Bartolomé Marín, Carlos (1999). “Recopilación de la información. Bases de datos de carreteras”, en ATC (Ed.). *Jornadas sobre auscultación y toma de datos para planificación y gestión de carreteras, diciembre 1999*. Cáceres, pp 639-649.
- [4] Carreras López, Juan; de Oña López, Juan; Martínez Montes, Germán (2004). “Revisión del estado del arte en los sistemas de gestión de firmes”, en ATC (Ed.): *IX Jornadas de Conservación de Carreteras, junio de 2004*. Salamanca, ponencia 31b
- [5] Neelam, Jain; Nanda, P.K.; Durai, B.K.; Prasada, Rao (2003). “Geographical Information System for Pavement Management System”, en development.net (Ed.). *Map Asia Conference 2003, Transportation*. Kuala Lumpur, Malaysia.
- [6] Peled, A., B. Haj-Yehia, and A.s. Hakkert. (1996) “ArcInfo- Based Geographical Information System for Road Safety Analysis and Improvement”. *Proceedings of the Sixteenth Annual ESRI User Conference, 1996*. University of Haifa. Haifa.
- [7] H. Bham, Ghulam; G. Gharaibeh, Nasir; I. Darter, Michael (2001). “Development of GIS-Based Illinois Highway Pavement Management System, en Esri (Ed.): *ESRI User Conference, July 9-13th, 2001*, San Diego, California.
- [8] N. Hans, Zachary; G. Smadi, Omar; H. Maze, Tom; R. Souleyrette, Reginald; L. Resler, Jon (1997). “Iowa’s Pavement Management Program Database: Issues and Design Considerations”. En Iowa State University (Ed.): *Eight AASHTO/TRB Maintenance Management Conference*. Saratoga Springs, N.Y., July 1997.
- [9] Stuart Hudson, P.E. (2007). “Next Generation Pavement Management Systems”. *National Pavement Management Conference*, Norfolk, Virginia, May, 22, 2007
- [10] Navareño Rojo, A. (2008). “Gestión de firmes en la D.G.C.. Programas de rehabilitación. Comparativa internacional”. *Sistema de Gestión de Firmes, Auscultaciones e Indicadores. Jornada INTEVIA*. Madrid. 27 de febrero de 2008.
- [11] Fernández Seoane, L.; Gómez Frías, V.; González González, M.; Millán Sánchez-Grande, C.; Sánchez Mata, M. (2006). “Sistemas de Información para la Gestión de Firmes” en Camacho et al. (Ed.): *El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas*.

- Granada, Editorial Universidad de Granada, 2006, pp. 1493-1507. ISBN: 84-338-3944-6
- [12] Elvira Huse, Francisco Javier; Herrera Valencia, Juan Ignacio (2006). “Elementos multicriterio SIG de Carreteras”, en Departament de Política territorial i Obres Públiques, Generalitat de Catalunya - Asociación Española de la Carretera (Ed.): *Jornadas sobre Optimización en la Planificación y Gestión de Carreteras*. Barcelona, pp 317 –329
- [13] Aliseda Pérez de Madrid, Pedro; Crespo del Río, Ramón; Yarza Álvarez, Pedro; (1999). “Sistemas de Información Geográfica aplicados a carreteras”, en ATC (Ed.). *Jornadas sobre auscultación y toma de datos para planificación y gestión de carreteras, diciembre 1999*. Cáceres, pp 657-672.
- [14] Ballesteros Vadillo, Begoña (1999). “Técnicas GIS aplicadas a la auscultación de firmes”, en ATC (Ed.). *Jornadas sobre auscultación y toma de datos para planificación y gestión de carreteras, diciembre 1999*. Cáceres, pp 651-655.
- [15] Skowronek, M. (2003). “Dyn. Seg. for Pavement Management”. *Metropolitan Transportation Commission GIS Users Group Meeting*, Oakland, CA , February, 27, 2003.
- [16] Gould, Michael D. (1993). “Uso de los SIG contra los desastres petrolíferos”, en AESIG (Ed.): *2º Congreso Los Sistemas de Información Geográfica en el umbral del siglo XXI, junio 1999*. Madrid, pp 257-265.
- [17] Menchén Fernández, S (2007). *Modelos de datos para sistemas SIG. Aplicación a un SIG corporativo para la gestión de los firmes en carreteras*. Universidad Pontificia de Salamanca en Madrid. Tesis Fin de Master.

Os SIG na delimitação da RAN e REN

Proposta elaborada no âmbito da revisão do PDM de Loures

VIDIGAL, Ana;

Câmara Municipal de Loures

DPPDM – Direcção de Projecto do Plano Director Municipal

R. Ilha da Madeira nº 4, 3º Piso, 2674 – 501 Loures

e-mail : ana_vidigal@cm-loures.pt

Resume

A comunicação a apresentar pretende ilustrar numa forma sintética e objectiva as metodologias desenvolvidas atendendo ao enquadramento legal da RAN (Reserva Agrícola Nacional) e da REN (Reserva Ecológica Nacional) e o encadeamento de operações de análise espacial realizadas em SIG (Sistemas de Informação Geográfica) que contribuíram para a elaboração das propostas de delimitação da RAN e REN para o município de Loures, no âmbito da Revisão do PDM (Plano Director Municipal).

Palavras-Chaves: SIG, Análise Espacial, Revisão do PDM, RAN e REN

Introdução

As primeiras delimitações da RAN e da REN para o município de Loures e que estiveram na origem das cartas que integram o actual PDM em vigor, remontam ao final da década de 80 início de 90.

Tendo presente o período temporal de concepção das cartas são previsíveis os problemas de rigor associados a estas, visto que foram concebidas em formato analógico e tiveram por base cartográfica a Carta Militar de Portugal à escala 1/25000.

Actualmente o PDM de Loures encontra-se em revisão e é nesse contexto que se procedeu à elaboração das propostas de RAN e REN com recurso a Tecnologias de Informação Geográfica. Para o efeito implementaram-se dois projectos SIG, um direccionado para apoiar a delimitação da proposta de RAN e a sua comparação com a RAN em vigor e outro direccionado para apoiar a delimitação das várias áreas que integram a REN e a sua comparação com a REN em vigor.

Os critérios estabelecidos na delimitação das propostas da RAN e da REN tiveram em consideração o respectivo enquadramento legal.

1. Delimitação da proposta da RAN

1.1 - Enquadramento Legal

- Conceito

A RAN “ é o conjunto das áreas que, em virtude das características morfológicas, climatéricas e sociais, maiores potencialidades apresentam para a produção de bens agrícolas” (art. 3º, do DL n.º 196/89 de 14 de Junho).

- Critérios

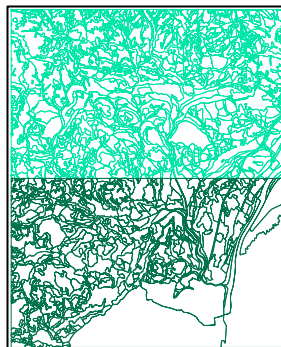
“As áreas de RAN são constituídas por solos das classes A e B, bem como por solos de baixas aluvionares e coluviais e ainda por solos de outros tipos cuja integração nas mesmas se mostre convenientes para a prossecução dos fins previstos no presente diploma” (art. 4º, do DL n.º 196/89 de 14 de Junho).

1.2 - Metodologia

Para a actual delimitação da proposta da RAN recorreu-se à Carta Digital de Capacidade de Uso do Solo em formato vectorial com uma base de dados associada (formato SIG), seleccionando-se todas as manchas A, B, Ch quando se encontram em mancha pura, em manchas combinadas com outras classes ou sub-classes, mas em que são dominantes ou representativas. Foram seleccionados também os solos Cs por corresponderem a situações associadas à presença de água e de utilização agrícola.

1.3 - Sistematização do processo de delimitação da RAN

1º - Integração das folhas da carta digital da capacidade de uso do solo no projecto SIG.

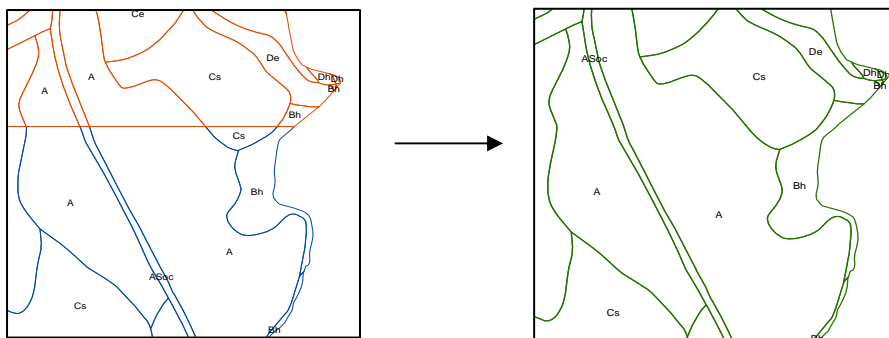


2º - Transformação do sistema de coordenadas original para o sistema de coordenadas Elipsóide Internacional, sistema de projecção Hayford-Gauss, Datum 73, Ponto Central, utilizado no âmbito da revisão do PDM de Loures.

3º - Selecção dos polígonos de Capacidade de Uso do Solo que pertencem ao Concelho de Loures, através da operação de análise espacial – intersecção (Intersecção das manchas com o limite administrativo do concelho de Loures).



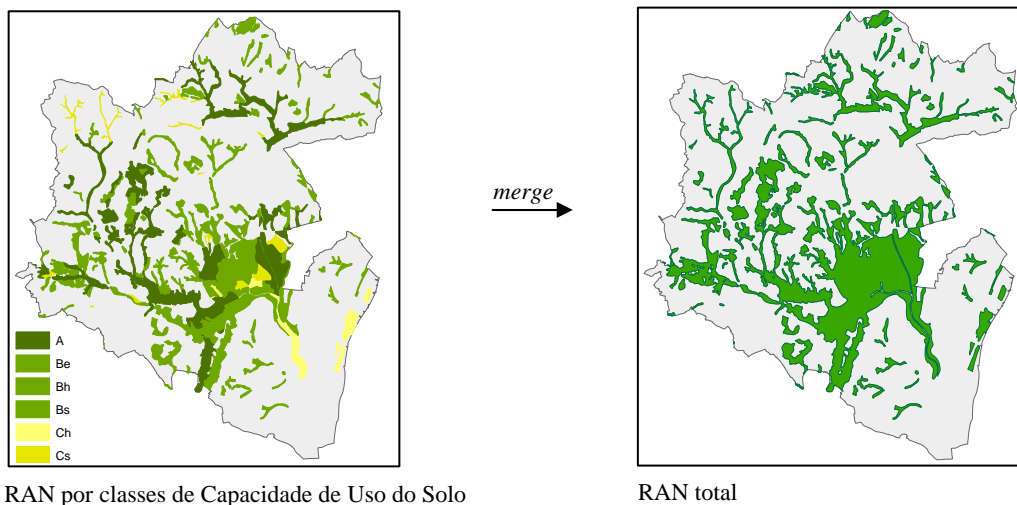
4º - Junção dos polígonos contíguos que apresentam os mesmos atributos e que estavam divididos pelo limite das folhas.



5º - Selecção, através de pesquisas alfanuméricas à base de dados, dos polígonos cujos atributos vão ao encontro do critério estabelecido.

6º - Análise das manchas obtidas e comparação com as manchas existentes na RAN em vigor, de forma a validar a carta da RAN.

7º - Delimitação da proposta de RAN.



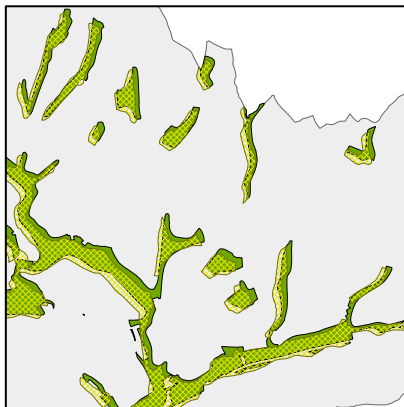
1.4 Algumas Considerações

A utilização da carta de Capacidade de Uso do Solo em formato digital em detrimento da analógica tem vantagens significativas, nomeadamente:

- as manchas de Capacidade de Uso do Solo estão espacialmente representadas por polígonos georreferenciados, evitando-se erros de posicionamento na delimitação da RAN;
- a cada polígono está associado um conjunto de atributos (as classes, os complexos de classes de capacidade de uso do solo, as subclasses e as respectivas percentagens), evitando-se interpretações incorrectas da legenda e da própria carta em papel;
- é possível seleccionar todas as manchas a integrar na RAN através de uma pesquisa alfanumérica à base de dados, evitando-se lapsos na sua delimitação;
- é possível a comparação automática do valor das áreas de RAN proposta e existente para o município e para as respectivas freguesias.

Pode parecer estranho que em 2008, ainda se dê importância às vantagens do digital em relação ao analógico, contudo estas servem de suporte técnico para justificar as alterações introduzidas na proposta de delimitação da RAN.

No fundo, os critérios de delimitação são semelhantes, os resultados é que são diferentes. Detectaram-se grandes desajustes de posicionamento das manchas. Outra situação detectada está relacionada com a não inclusão de determinadas manchas, que deveriam fazer parte da actual carta de RAN.



Desajustes no posicionamento das manchas de RAN
(trama amarela - RAN em vigor; trama verde - RAN proposta)

2. Delimitação da proposta da REN

2.1 - Enquadramento Legal

- Conceito

A REN “constitui uma estrutura biofísica básica e diversificada que, através do condicionamento à utilização de áreas com características ecológicas específicas, garante a protecção dos ecossistemas e a permanência e intensificação dos processos biológicos indispensáveis ao enquadramento equilibrado das actividades humanas” (art. 1º, do DL n.º 93/90, de 19 de Março com a redacção dada pelo DL n.º 180/2006 de 6 de Setembro).

- Critérios

“A REN abrange zonas costeiras e ribeirinhas, águas interiores, áreas de infiltração máxima e zonas declivosas referidas no anexo I e definidas no anexo II...” (art. 2º, do DL n.º 93/90, de 19 de Março com a redacção dada pelo DL n.º 180/2006 de 6 de Setembro).

2.2 - Metodologia

O processo que conduz à carta de delimitação da REN compreende quatro etapas (art. 3º, ponto 9, do DL n.º 93/90, de 19 de Março com a redacção dada pelo DL n.º 180/2006 de 6 de Setembro) designadamente:

- “ a) Todas as áreas incluídas no anexo I do diploma;
- b) As áreas que se encontrem objectivamente já comprometidas e ou sujeitas a servidões;
- c) As áreas que se pretendam excluir e as razões estratégicas que suportam devidamente tais opções;
- d) As áreas que efectivamente ficam sujeitas ao regime da REN.”

Neste poster será apresentada a metodologia seguida para a concretização da etapa referida na alínea a), ou seja a delimitação da REN “bruta”.

A REN proposta para Loures integra: o Estuário do Tejo e a faixa de protecção, os Cursos de Água e as respectivas faixas de protecção, as Zonas Ameaçadas pelas Cheias, as Áreas de Máxima Infiltração, as Áreas com Riscos de Erosão, e uma zona húmida – Paul das Caniceiras e a respectiva faixa de protecção.

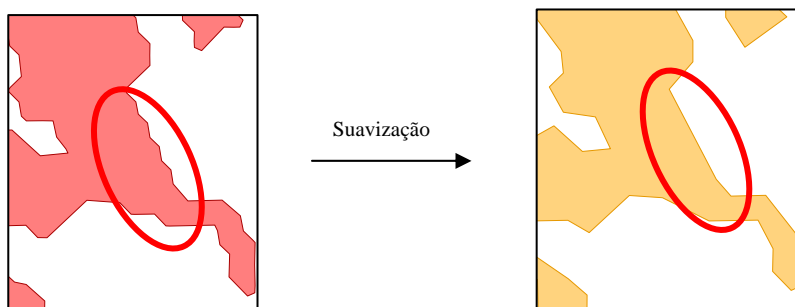
Estas áreas foram delimitadas umas directamente em CAD e posteriormente integradas em SIG, outras vectorizadas directamente em SIG, e noutros casos resultaram de uma sequência de operações de análise espacial.

Como exemplo desta última, apresenta-se os procedimentos seguidos para delimitar as Áreas com Riscos de Erosão. O critério utilizado foi o mesmo que consta na carta da REN em vigor, o qual corresponde às áreas de declives superiores a 25%.

Os declives foram calculados a partir do modelo digital de terreno (MDT), com base na altimetria em formato vectorial dos Ortofotomapas de 1999. Estas operações foram elaboradas em SIG – Raster, tendo-se posteriormente procedido à conversão directa dos declives em formato raster para vectorial, obtendo-se polígonos com uma forma semelhante a “pixeis”.

Este resultado implicou a realização de operações de suavização dos contornos dos polígonos. Numa primeira fase recorreu-se a processos automáticos para suavizar os declives superiores a 25%, obtendo-se resultados pouco satisfatórios. De forma a melhorar os resultados, procedeu-se a uma suavização manual.

Suavização dos polígonos



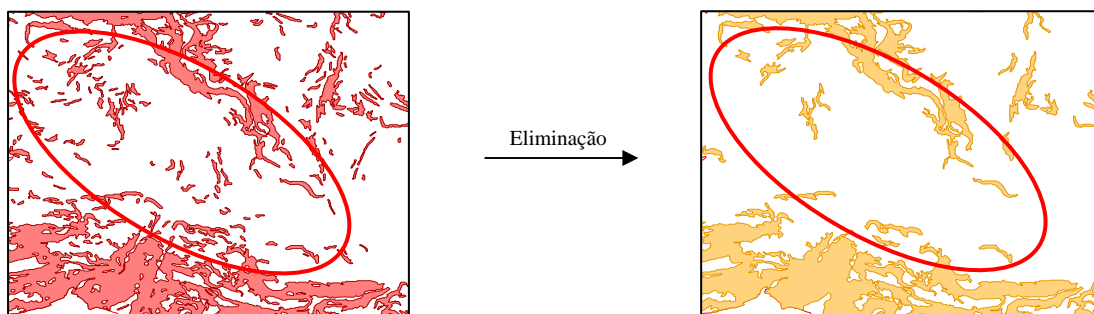
Da análise do ficheiro vectorial, sobressai a existência de polígonos isolados de reduzida dimensão e a existência de pequenos “vazios” no interior dos polígonos de risco de erosão.

Atendendo aos fundamentos de continuidade ecológica subjacentes à REN procedeu-se a uma reinterpretação dos resultados, utilizando-se como critério para eliminar polígonos ou incluir os “vazios”, o valor da área.

Definiu-se que os polígonos isolados com uma área inferior a 10 000 m² seriam eliminados e que os “vazios” integrados em riscos de erosão com uma área inferior a 10 000 m² seriam incluídos nestes.

Eliminação de polígonos isolados

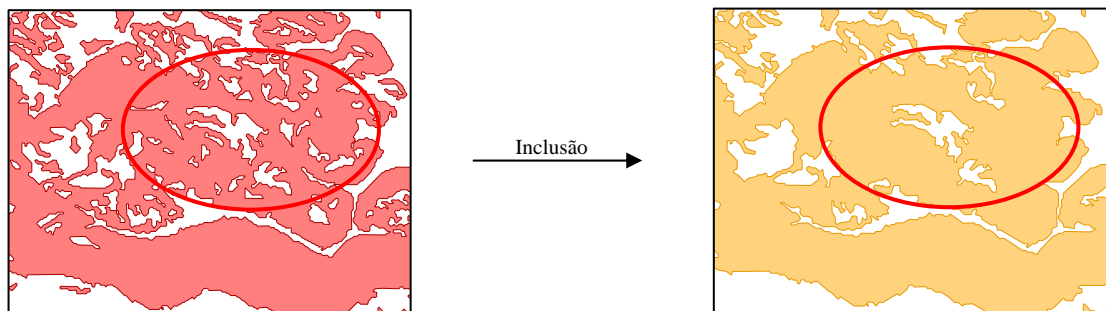
Em SIG calculou-se o valor da área dos polígonos de riscos de erosão e seleccionaram-se aqueles com área inferior a 10 000 m², tendo-se procedido à sua eliminação.



Inclusão de “vazios”

Em relação aos “vazios” existentes nos riscos de erosão procedeu-se à geração automática desses polígonos. De seguida calculou-se a sua área e seleccionaram-

se aqueles que tinham uma área inferior a 10 000 m², tendo-se procedido à sua inclusão nos polígonos de risco de erosão, originando áreas contínuas.



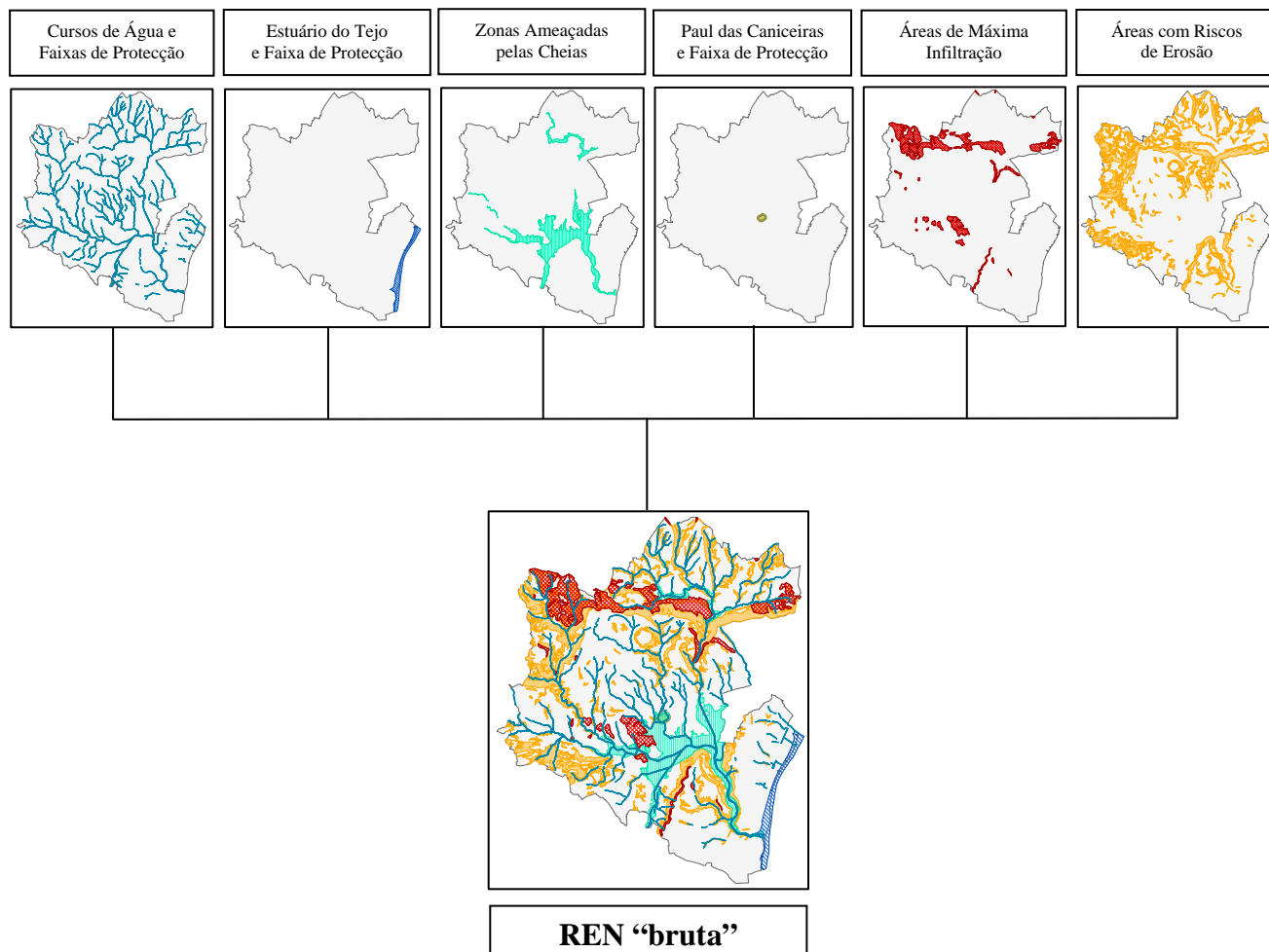
No fim destes procedimentos foi possível obterem-se as Áreas com Riscos de Erosão a integrar na Carta de REN “bruta” proposta.

2.3 - Sistematização do processo de delimitação da REN “bruta”

A implementação do projecto SIG de apoio à delimitação da proposta da REN resulta da integração dos vários sub-projectos SIG que correspondem a cada uma das áreas com características ecológicas específicas que integram a proposta da REN.

Cada uma das áreas tem uma base de dados associada, em que constam os campos: Designacao (identificação das áreas); Fonte; Servico_Responsavel.

O esquema apresentado pretende ilustrar todo o processo de integração dos sub-projectos e o resultado final – a REN “bruta”.



Uma vez aprovada a proposta de REN “bruta” proceder-se-á à realização das etapas definidas na alínea b) e c) do art 3º, ponto 9 do DL n.º 93/90 (com a redacção dada pelo DL n.º 180/2006 de 6 de Setembro), ou seja proceder-se-á à subtracção das áreas que se encontrem já comprometidas, ou sujeitas a servidões e das áreas que se pretendam excluir por razões estratégicas, de modo a obter-se a REN proposta final, que corresponde à quarta etapa definida na alínea d) do referido diploma.

Notas finais

A utilização de bases cartográficas actualizadas, em formato vectorial e o recurso a tecnologia SIG para a delimitação da RAN e da REN contribuíram para incutir

um maior rigor, transparência na selecção dos atributos (e por sua vez na delimitação das áreas) e evitar erros conceptuais associados a incorrectas interpretações das legendas e das próprias cartas analógicas de input.

Para além, de conferir uma certa automatização na realização de alguns procedimentos que se traduz numa maior celeridade de obtenção dos resultados finais.

Agradecimentos

À Arq.^a Angela Ferreira (Directora da DPPDM) e à Arq.^a Paisagista Helena Araújo (técnica da DPPDM) pela motivação, apoio e contributos técnicos na elaboração do texto e do poster.

Bibliografia

Legislação

1. Decreto-Lei n.º 196/89, de 14 de Junho alterado pelos Decretos-Lei n.ºs 274/92, de 12 de Dezembro e 278/95, de 25 de Outubro.
2. Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de Março, com a redacção dada pelo Decreto-Lei n.º 180/2006, de 6 de Setembro.

Estudos

3. Secção Autónoma de Arquitectura Paisagista, Fev/2003, ***Plano Verde do Concelho de Loures*** - 1ª Fase, Instituto Superior de Agronomia.
4. ProSistemas /ATKINS, 2004, ***Actualização do Plano de Emergência em Situação de Cheia do Concelho de Loures***.
5. DPPDM, 2005/7, ***Principais cursos de água do concelho - delimitação actualizada***, Câmara Municipal de Loures.
6. Hidrotécnica Portuguesa, Jun/1987, ***Plano Director Municipal de Loures – Caracterização Biofísica (Estudos Prévios)***, Vol. 2, Câmara Municipal de Loures.
7. Hidrotécnica Portuguesa, Jul/1992, ***Plano Director Municipal de Loures – Síntese dos Estudos Prévios (Projecto Plano)***, Vol. 3, Câmara Municipal de Loures.

Bases cartográficas

8. IDRHa - Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulico, ***Carta de Capacidade de Uso do Solo*** (digital), trabalho de campo realizado na década de 80, Escala 1: 25 000, folhas n.º 403 e 417, Sistema de Projecção *Hayford-Gauss*, *Datum Lisboa*;
9. IDRHa - Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulico, ***Carta de Solos*** (digital), Escala 1: 50 000, folhas 34B, Sistema de Projecção *Hayford-Gauss*, *Datum Lisboa*;
10. Instituto Geológico e Mineiro, ***Carta Geológica*** (digital), Escala 1: 50 000, folha 34B – levantamento de 1981, Edição de 1998, folha 34A - levantamento de 1991, Edição de 1998, Sistema de Projecção *Hayford-Gauss*, *Datum Lisboa*;
11. Nível/Socarto, ***Cartografia Topográfica do Concelho de Loures***, Escala 1:10 000, Data da informação 2005, Sistema de Projecção *Hayford-Gauss*, Datum 73, CMLoures.

Planeamento do uso do solo ao nível da paisagem – utilização de modelos sólidos (3D) para promoção da participação pública

GASPAR, José (1); FIDALGO, Beatriz (1); COUCELO, Carlos (2)

(1) Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, 3040-316, COIMBRA.

(2) Carlos Coucelo Consultoria Geomática, Tagus Park, Núcleo Central 242, 2740-122

PORTO SALVO

E-mail: jgaspar@esac.pt; bfidalgo@esac.pt; carlos@cccgeo.com

RESUMO

No âmbito do estudo e avaliação das alterações de uso do solo tem sido aperfeiçoadas metodologias que permitem o desenvolvimento de cenários projectivos, utilizando o processo CA_Markov, e prospectivos utilizando processos de análise e decisão multicritério.

Através da aplicação MMon3DMap produziu-se uma apresentação interactiva que permite ao utilizador visualizar a informação de base e consultar e explorar os diferentes cenários produzidos.

Esta abordagem permitiu envolver os técnicos do Município de Arganil responsáveis/envolvidos no planeamento e ordenamento do território bem como o público em geral que reconhece no modelo 3D os locais que lhe são familiares e percebe com facilidade as alterações que se verificam na paisagem da área do município.

A aplicação Gison3DMap, provou ser uma ferramenta eficiente e rápida para projectar informação vectorial e constitui um bom suporte para o desenvolvimento de visualizações em ferramentas de apresentação mais tradicionais ou mais interactivas como o MMon3DMap.

AGRADECIMENTOS:

Ao projecto Visulands – Visualization Tools for Public Participation in the Management of Landscape Change - QLRT-2001-01017, FP5 area 5.5.1., que através do seu financiamento possibilitou o desenvolvimento do trabalho apresentado.

PALAVRAS CHAVE: Participação Pública, Modelos Sólidos 3D, Alterações do Uso do Solo

Introdução

O projecto VisuLands foi financiado pela União Europeia, tendo por objectivo o desenvolvimento de ferramentas que assegurassem uma melhor compreensão das alterações na Paisagem, de modo a permitir aos decisores, e ao público em geral, a percepção das potenciais alterações derivadas de medidas de planeamento e gestão.

Um dos aspectos fundamentais para o projecto passou pelo desenvolvimento de processos de planeamento que permitissem o desenvolvimento de cenários de alterações de uso do solo em diferentes intervalos de tempo.

Os resultados das duas metodologias aplicadas foram estruturados de forma a serem projectados numa maqueta 3D do Concelho de Arganil à escala 1:25 000, com a representação das cartas militares na sua superfície.

A equipa do projecto trabalha com diferentes aspectos do planeamento e da promoção da participação pública nesse processo para desenvolver ferramentas que assegurem uma melhor compreensão das alterações na Paisagem.

Metodologia

Recolheu-se e estruturou-se a informação sobre o uso do solo em 1954, 1974 e, 1995.

Produziu-se uma chave de classificação de usos coerente, que permitiu a avaliação da evolução do uso do solo ao longo do tempo (Gaspar, 2005). Deste modo tornou-se possível a determinação das principais tendências e obtiveram-se informações que em conjunto com a informação obtida no processo participativo permitiram identificar causas e consequências de alterações de uso do solo ao longo do período em avaliação (40 anos).

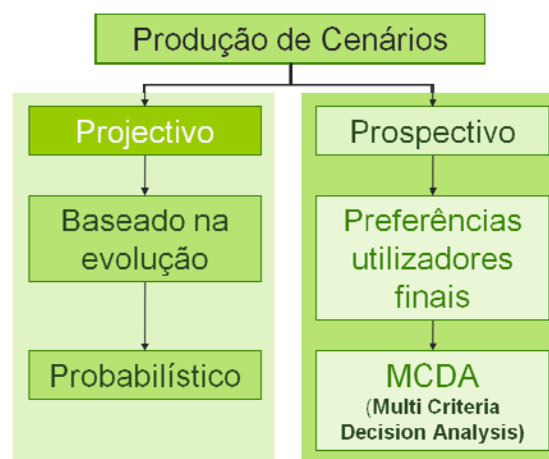


Figura 1 – Metodologia de Produção de cenários de alterações de uso do solo.

Utilizando os resultados das tendências de evolução do uso do solo, bem como o conhecimento que permite definir as zonas mais adequadas para os diferentes usos (Fidalgo, 2005 e Gaspar, 2005), e a probabilidade de mudança, foi possível produzir cenários projectivos utilizando o módulo CA_Markov incorporado no Idrisi (Figura 1 e 2).

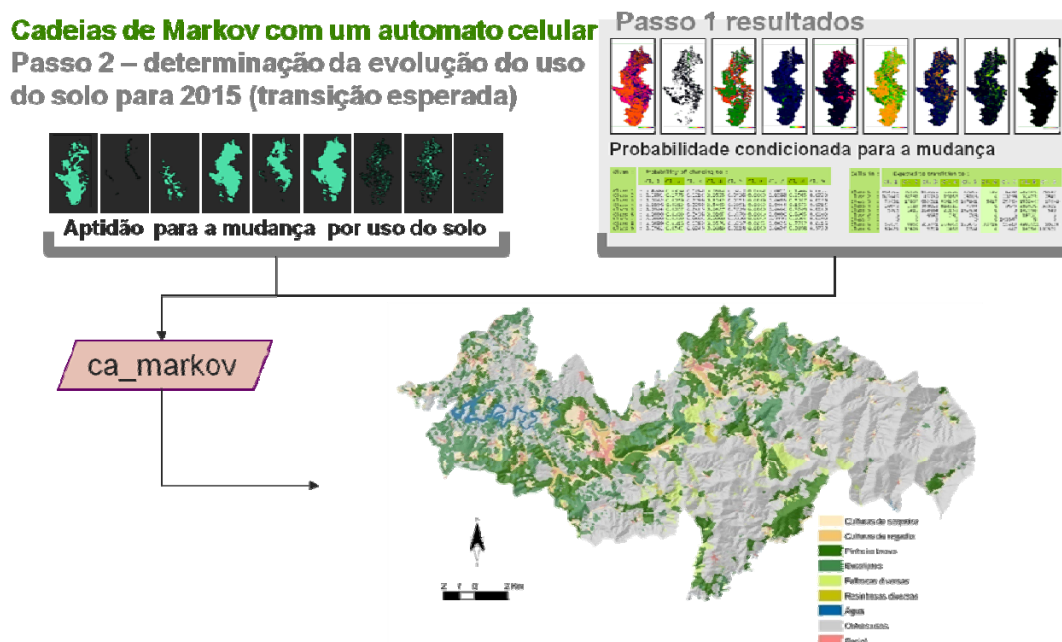


Figura 2 – Metodologia utilizado na produção de cenários projectivos.

A metodologia desenvolvida incorporou a inclusão da informação obtida a partir do contacto com os técnicos da autarquia (Figura 3), permitiu a inclusão das condicionantes de ordenamento/planeamento na definição de cenários mais realistas e correspondentes às expectativas das populações.

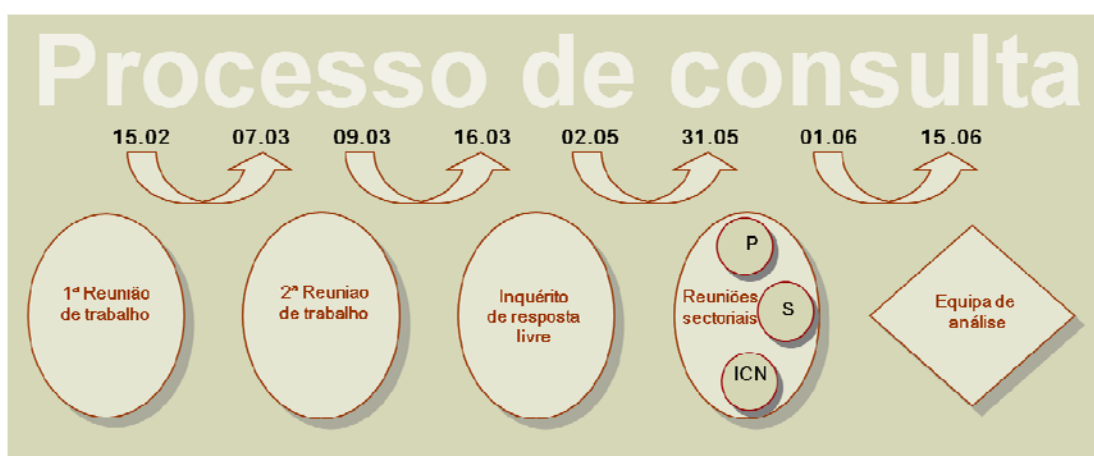


Figura 3 – Processo de consulta pública.

Na produção de cenários prospectivos (Figura 1, 3 e 4) foram definidos um conjunto de objectivos finais, que preconizam dinamização de determinadas actividades e incorporam expectativas de desenvolvimento do território. E em conjunto com os técnicos envolvidos definiram-se critérios e atributos que são ponderados na produção do cenário pretendido (Figura 4).

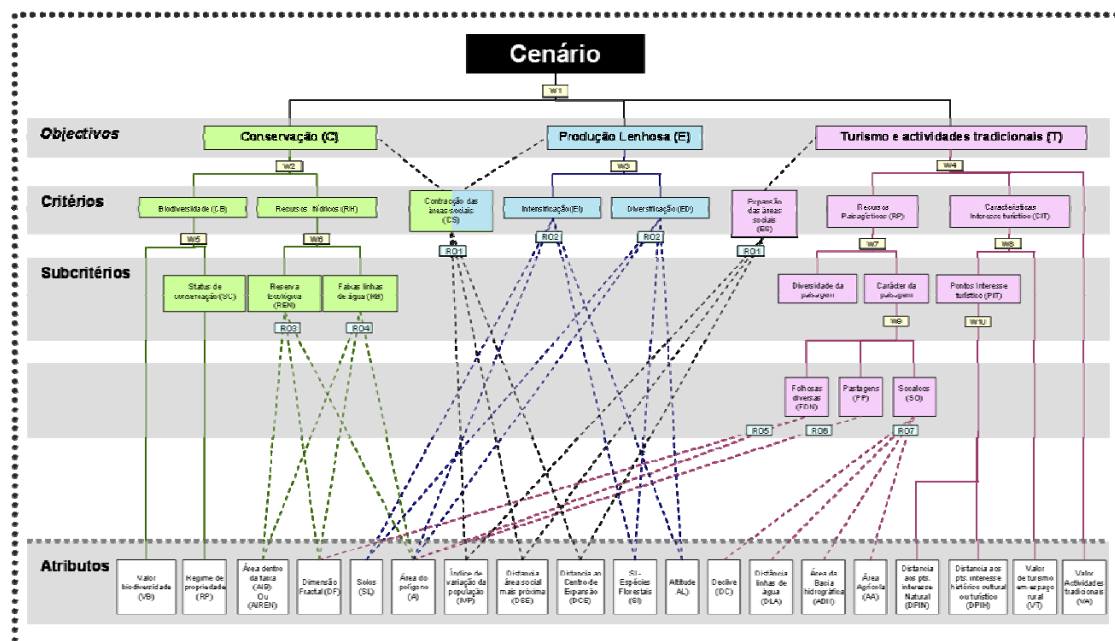


Figura 4 – Metodologia e objetivos utilizados na produção de cenários prospectivos.

Este processo foi desenvolvido de forma iterativa e produziu numa primeira fase um conjunto de cenários extremos de forma a confrontar o público com opções mais radicais (Fidalgo, 2005), e dessa forma procurar encontrar soluções mais consensuais e que promovam um conjunto de objectivos mais diversificado e satisfaçam critérios/subcritérios com maior flexibilidade.

Após a produção dos dois tipos de cenários concebeu-se uma aplicação multimédia mmon3dmap, de forma a permitir ao utilizador seleccionar cenários e informação que são visualizados numa maqueta (Faulkner, 2006) do Concelho de Arganil à Escala 1:25 000, na qual foi impressa a cartografia militar 1:25 000 (Figura 5). A opção pela impressão da cartografia militar-se deveu-se ao facto de pretender utilizar informação com um menor grau de mudança e, desta forma permitir posteriormente a projecção de informação de ortofotomapas, imagens de satélite ou outras, mantendo válida a maioria da informação impressa na maqueta.



Figura 5—Maqueta do Concelho de Arganil com um dos cenários projectados.

Na aplicação produzida existe um leque variado de conteúdos que podem ser projectados e dentro dos quais existem diversas opções (Figura 6). O público envolve-se facilmente no processo e interage com o sistema explorando as diversas opções disponíveis. Público mais especializado ou familiarizado com este tipo de tecnologias e abordagens pode colocar questões específicas que são resolvidas fora da estrutura da aplicação recorrendo a processamento em ArcGIS (em tempo real) e projectando os resultados directamente na maqueta.



Figura 6 – Estrutura da aplicação multimédia utilizada no processo de consulta.

Alternativamente produziu-se uma apresentação em Microsoft PowerPoint, que pode ser utilizada em conjunto com o sistema de projecção e a maqueta de uma forma menos interactiva e utilizada quando o público não está tão interessado em interagir com o sistema e prefere visualizar uma determinada sequência de resultados.

Resultados e Conclusões

A metodologia de visualização de cenários aplicada, apesar de possuir menos espectacularidade do que outras abordagens (Faulkner, 2006; McCullagh, 1996) provou ser rápida em termos de produção das visualizações e possui um nível de familiaridade e de abstracção excelente para um público com conhecimentos mais técnicos e para o público em geral.

A aplicação permite a visualização de informação vectorial complexa e com um elevado nível de detalhe.

A impossibilidade de efectuar a projecção de imagens ou ficheiros raster constituiu-se como uma limitação operacional do sistema à data do projecto, que uma vez ultrapassada, permitirá acrescentar um maior realismo e um leque mais alargado de possibilidades de visualização.

O sistema foi utilizado no decorrer do trabalho e apresentado ao público em geral no decorrer das 3^{as} jornadas de Tecnologia e Inovação que decorrem na FIL em Novembro de 2007 (<http://gison3dmap.com/images/videoA.rm>)

Bibliografia

Faulkner, L. (2006) Physical Terrain Modelling in a Digital Age, Proceedings of the US Geological Survey Sixth Biennial Geographic Information Science Workshop, Denver, Colorado, April 24-28.

Fidalgo, B. (2005) Análise de Decisão Multicritério em Paisagens Florestais, Dissertação de Doutoramento, Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 286 p.

Gaspar, J. (2005) A Gestão da Floresta e o Planeamento do Uso do Solo, dissertação de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro, 273 p.

McCullagh, M., (1996) Quality, Visualization, and Use of Terrain Models in Physical System Modelling, Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling Santa Fe, New Mexico, January 21-25. http://ncgia.ucsb.edu/conf/SANTA_FE_CD-ROM/sf_papers/mccullagh_michael/mjpaper.html

Carta de Equipamentos do Concelho de Albergaria-a-Velha

Calvão, Ana Rita; Melo, Ana Rita; Costa, Samuel e Ferreira, Sónia

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda – Universidade de Aveiro

Rua Comandante Pinho e Freitas, nº 28

3750 – 127 Águeda, Portugal

arc@ua.pt; a31935@ua.pt, a25739@ua.pt, smdferreira@gmail.com

RESUMO

O trabalho que aqui se apresenta foi desenvolvido no âmbito do curso de formação especializada em SIG Municipal ministrado na Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda e teve como principal objectivo a elaboração de uma carta de equipamentos para o Concelho de Albergaria-a-Velha. Após a criação e implementação do modelo de dados, a aquisição da informação geográfica e alfanumérica dos diversos Equipamentos foi efectuada em simultâneo, recorrendo-se a um GPS acoplado a um PDA munido do software *ArcPad* devidamente personalizado para o efeito. O projecto foi desenvolvido em *ArcGis* 9.1, onde foram adicionadas duas funções a fim de criar uma carta de equipamentos interactiva e de fácil consulta. Toda a informação produzida foi disponibilizada via Intranet e Internet. Este trabalho foi elaborado para que a sua integração no SIG da autarquia fosse efectuada de uma forma simples e rápida.

PALAVRAS CHAVE: *Autarquia, Ordenamento, SIG Municipal, Equipamentos, Carta de Equipamentos*

1. INTRODUÇÃO

Felizmente os Autarcas vão tendo cada vez mais a percepção de que um Sistema de Informação Geográfica, SIG, é uma ferramenta fundamental, senão crucial para tomadas de decisão rigorosas. Quanto mais informação um Autarca tiver ao seu dispor maior capacidade de resposta eficaz e em tempo útil terá, principalmente se olharmos este mercado na perspectiva do Cidadão, onde pode ver significativamente melhorados a qualidade dos serviços prestados. Qualidade essa medida pelo rigor da informação prestada, pela rapidez na disponibilização da informação e pela capacidade de aceder à mesma sem entraves tecnológicos [1].

A carta de Equipamentos de um Concelho permite identificar espacialmente a localização dos vários tipos de equipamentos existentes, associando-os às suas principais características. Com esta informação, é possível aos agentes autárquicos levarem a cabo novos projectos, monitorizando e controlando o espaço geográfico em articulação com os objectivos e iniciativas municipais e governamentais de redes de equipamentos.

O trabalho que aqui se apresenta foi desenvolvido no âmbito do curso de formação especializada em SIG Municipal ministrado na Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda e teve como principal objectivo a elaboração de uma carta de equipamentos para o Concelho de Albergaria-a-Velha. Devido a limitações de tempo, face à duração do curso, a metodologia desenvolvida para o efeito foi implementada unicamente na principal freguesia do Concelho, Albergaria-a-Velha, tendo sido posteriormente aplicada nas restantes freguesias pela equipa de trabalho do município em questão.

O método para a construção da carta tira partido da crescente acessibilidade às novas tecnologias tornando a aquisição da informação simples, rápida, dotada de mobilidade e económica. A interoperabilidade entre o trabalho de campo e o trabalho de gabinete foi igualmente uma preocupação, assim como, o desenvolvimento de funções para uma utilização mais interactiva e intuitiva do documento. Toda a informação produzida foi disponibilizada na Internet, para que além da autarquia, também a população em geral possa beneficiar de melhor informação sobre os equipamentos que se encontram à sua disposição, incluindo a sua localização.

2. A ÁREA DE ESTUDO

O Concelho de Albergaria-a-Velha fica situado na zona de transição entre o litoral centro e o interior serrano da região de Aveiro, integrado na sub-região do Baixo-Vouga. Tem como limites administrativos: a Norte o município de Oliveira de Azeméis, a Sul e Sudoeste os concelhos de Aveiro e de Águeda, no quadrante Este, o município de Sever do Vouga e a Oeste os concelhos de Estarreja e da Murtosa. Ocupa uma área de aproximadamente 15 575 ha e é constituído por oito freguesias: Albergaria-a-Velha, Alquerubim, Angeja, Branca, Frossos, Ribeira de

Fráguas, S. João de Loure e Valmaior (Figura 1). Existem neste Concelho cerca de 24638 habitantes com uma densidade populacional de 162 hab/ km².

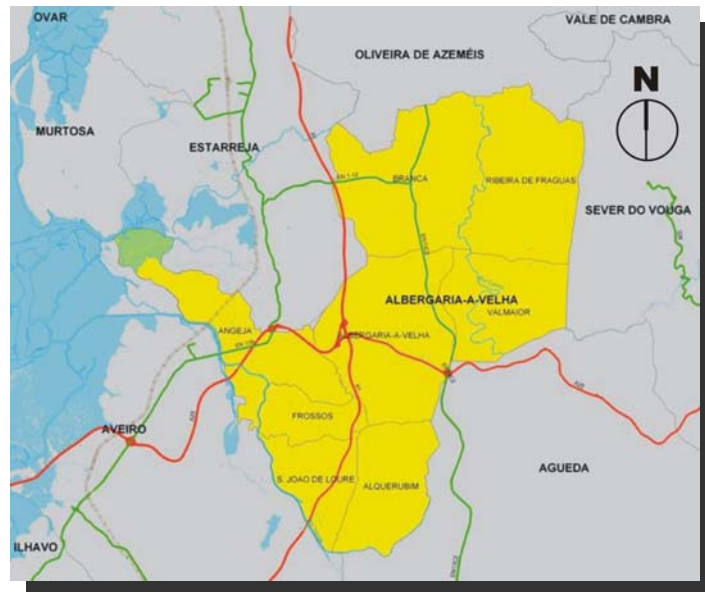


Figura 1. Enquadramento Administrativo do Município de Albergaria-a-Velha. A cinzento os municípios vizinhos e a amarelo as freguesias pertencentes ao Concelho.

3. MATERIAL DE APOIO E SOFTWARE UTILIZADO

No desenvolvimento deste projecto foram utilizados o seguinte material e software de apoio referente ao Concelho de Albergaria-a-Velha:

- Cartografia Base à escala 1:10 000 no Sistema de Projecção Cartográfica SHG73;
- Ortofotos à escala 1:10 000 no Sistema de Projecção Cartográfica SHG73;
- Os limites das freguesias retirados da Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP);
- Software *ArcGis* (*ArcCatalog*, *ArcMap*, *ArcSDE* e *ArcIMS*) na versão 9.1;
- *ArcPAD*, na versão 7.0, com uma aplicação, desenvolvida para o levantamento dos equipamentos, instalado num *Personal Digital Assistant* (PDA) com receptor GPS;

4. PROCEDIMENTOS PARA A EXECUÇÃO DA CARTA DE EQUIPAMENTOS

4.1 INVENTÁRIO DA INFORMAÇÃO EXISTENTE E RESPECTIVA CATALOGAÇÃO

A primeira fase da elaboração da Carta de Equipamentos consistiu na inventariação da informação já existente na autarquia capaz de localizar e classificar os equipamentos existentes, em particular informação digital disponível no SIG. Este procedimento teve como objectivos: (1) evitar a repetição de tarefas e a duplicação de informação e (2) conhecer a realidade dos equipamentos existentes para, deste modo, integrar eficazmente o modelo de dados no existente. Deste procedimento conseguiu-se reunir apenas informação geográfica e alfanumérica relativa aos equipamentos escolares (resultante da carta educativa) e alguma informação alfanumérica dos equipamentos desportivos. A consulta das páginas amarelas da região permitiu ter uma estimativa do número de equipamentos existentes e da sua localização (informação que se veio a revelar bastante útil na preparação e realização do trabalho de campo).

Apesar da escassa informação conseguida, esta fase foi de extrema importância para o grupo de trabalho se aperceber dos objectivos que o município pretendia alcançar com a execução da carta de equipamentos, e como organizar e catalogar toda a informação necessária para que tal viesse a acontecer. No final decidiu-se que os equipamentos seriam agrupados em TIPO e dentro de cada TIPO em SUBTIPOS conforme consta no Quadro 1, e que a sua caracterização passaria pelos seguintes atributos: Designação; Morada; Telefone; Fax; Endereço De Correio Electrónico; Sítio Na Internet; Horário de Funcionamento; Tipo de Gestão; Estado de Conservação, Idade e Altura do Edifício; Acesso a Deficientes e Número de Lugares de Estacionamento.

Quadro 1. Classificação dos Equipamentos.

TIPO	SUBTIPO
Administrativo	Tribunal Central; Câmara Municipal/Assembleia Municipal; Juntas de Freguesia; Finanças; Áreas de Utilização Pública e Oficial; Segurança Social; Arquivo Municipal; Conservatória do Registo Civil; Conservatória do Registo Predial; Outro
Comercial	Mercado Municipal; Hipermercado; Supermercado; Feira; Mercaria; Loja; Quiosques; Outros
Cultural	Centro Cultural; Cine teatro; Biblioteca; Casa da Juventude; Casa do Povo; Sede do Grupo Folclórico; Sede da Banda; Posto de Turismo; Outro
Desportivo	Piscina Coberta; Estádio (com Bancadas); Campo de Jogos; Pavilhão Gimnodesportivo; Pavilhão Polidesportivo; Campo de Ténis; Ginásio; Sede do Clube; Área desportiva em geral
Educação	Escola Básica do 1º Ciclo; Escola Básica do 2º Ciclo; Escola Básica 2,3; Escola Básica Integrada; Escola Básica Integrada; Escola Secundária; Jardim-de-infância
Protecção civil e Segurança pública	Edifício GNR; Quartel dos Bombeiros; Posto de Vigia; Boca-de-Incêndio; Postos de Água; Outro
Religioso	Igreja; Capela; Cemitério; Casa Mortuária; Santuário; Centros Paroquiais;

	Outro
Saúde	Centro de Saúde; Farmácia; Posto Médico; Extensão de Saúde; Clínica; Consultório Médico; Laboratório de Análises Clínicas; Outro
Social	Lar da 3ª Idade; Centro do Dia/Centro de Convívio; Centro Social/Paroquial; Creche/ Jardim-de-infância; Creche/Jardim infância/ATL; Espaço Internet; Outro
Transportes e Comunicação	Estação/Terminal de Camionagem; Estação de Caminho de Ferro; Centro Coordenador de Transportes; Outro
Fornecimento de Bens e Serviços	Posto de CTT; Posto Telefónico; Multibanco; SMAS; Posto Telefónico; Multibanco; SMAS; EDP; Fornecimento de Gás; Bombas de Gasolina; Bancos; Outro
Hotelaria	Hotel; Pensão; Residencial; Outro
Recreio e Lazer	Jardim; Praça; Largo; Parque; Parque Infantil; Outro
Restauração	Restaurante; Snack-bar; Bar; Confeitarias; Padaria; Pastelaria; Outro

4.2 ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE DADOS

Um modelo de dados é um esquema que contempla entre outros objectos: dados geográficos, categoria e tipo (polígono, linha ou ponto); dados alfanuméricos; bases de dados externas (de preferência relacionais); ligações existentes entre os dados; regras de topologia; tabelas de domínio; etc. [2].

A Câmara Municipal de Albergaria-a-Velha pertence a uma associação de municípios, a AMRia – Associação de Municípios da Ria, e como tal o modelo de dados existente no SIG deste município tem como base um modelo, o SIGRia, comum a todos os municípios associados. Deste modo, o modelo elaborado partiu do modelo existente completando-o de forma simples e eficiente, em função dos objectivos a atingir e atendendo à catalogação do Quadro 1. Os temas criados para o registo dos equipamentos foram do tipo “Ponto” para melhor se adaptarem à realidade deste projecto. Na Figura 2 pode observar-se um excerto do modelo de dados que serve de base aos municípios, um extracto do modelo de dados da Câmara Municipal de Albergaria-a-Velha e um fragmento do modelo de dados que foi utilizado neste trabalho.

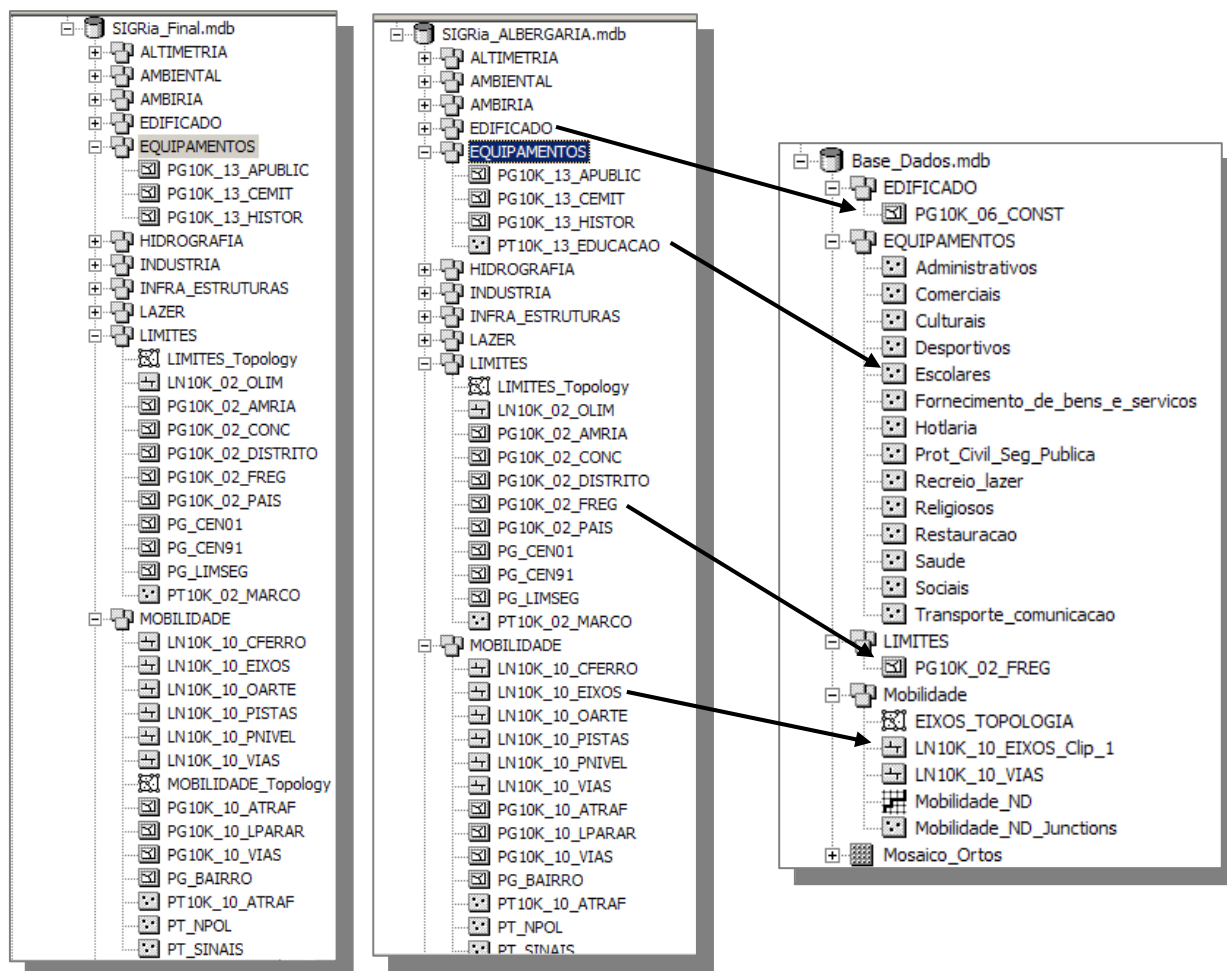


Figura 2. Excertos do Modelos de dados do SIGRia (esquerda), de Albergaria (centro) e o implementado no trabalho (direita).

Para além dos atributos que foram implementados para cada um dos temas referentes aos equipamentos e que se podem ver na Figura 3, houve necessidade de em alguns casos se acrescentar mais um ou dois atributos que contribuíssem para uma caracterização mais particular de cada tipo de equipamento. São exemplos os equipamentos de saúde onde se acrescentaram dois atributos: um para assinalar as valências existentes no equipamento e outro para registar se o equipamento tinha possibilidade de internamento e em caso afirmativo qual o número de camas existente (Figura 4).

Os atributos Estado de Conservação, Idade do Edifício e Altura do Edifício já estavam previstos no modelo base do SIGRia e tinham associados tabelas de domínio (tabelas com as opções de preenchimento possíveis) com as designações Estado, Idade e Altura respectivamente, para que todos os municípios preenchessem esses campos da mesma forma, reforçando assim a integridade da

base de dados. A utilização destas tabelas tem ainda a vantagem de facilitar o preenchimento das bases de dados e contribuem para a inexistência de erros grosseiros de digitalização nesses campos. A tabela Estado prevê os seguintes valores: Bom, Razoável, Mau, em Vias de Ruir e Desconhecido. Na tabela Idade as opções são: Desconhecido, Menos de 5 anos, Entre 5 e 10 anos e Mais de 10 anos. Para a tabela Altura os valores são: Inferior a 28 metros e Superior a 28 metros.

Em adição às tabelas de domínio acima descritas foram ainda criadas e implementadas tabelas referentes ao Subtipo de cada Tipo de equipamentos (exemplos nas Figuras 3 e 4), a tabela TD_Gestão para o preenchimento do campo Gestão com as opções: Publica, Privada, Mista e Desconhecida, e a tabela Acesso a Deficientes com as opções: Sim, Não e Desconhecido.

Simple feature class					Geometry Point		
Administrativos					Contains M values	No	
					Contains Z values	No	
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID_1	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
SUBTIPO	String	Yes		TD_ADM			30
DESIGNACAO	String	Yes					50
MORADA	String	Yes					50
TELEFONE_F	String	Yes					20
PORTAL	String	Yes					30
MAIL	String	Yes					40
HORARIO	String	Yes					50
OBSERVACOE	String	Yes					50
FOTO	String	Yes					150
GESTAO	String	Yes		TD_gestao			20
ESTADO_CON	String	Yes		Estado			15
ACESSO_DEF	String	Yes		Acesso_deficientes			50
N_LUGARES_	Short integer	Yes			0		
IDADE	String	Yes		IDADE			50
FREGUESIA	String	Yes					20
ALTURA	String	Yes		Altura			30
DATA	Date	Yes			0	0	8

Coded value domain	
TD_ADM	
Description	Subtipo
Field type	administrativos
Split policy	String
Merge policy	Default value
Code	Description
0	Câmara Municipal
1	Junta de Freguesia
2	Tribunal Central
3	Finanças
4	Áreas de Utilização Pública e Oficial
5	Segurança Social
6	Arquivo Municipal
7	Conservatória do Registo Civil
8	Conservatória do Registo Predial
9	Outros

Figura 3. Tabela de Atributos dos equipamentos Administrativos e a tabela de domínio para o Subtipo.

Simple feature class					Geometry Point		
Saude					Contains M values	No	Contains Z values
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID_1	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
SUBTIPO	String	Yes		TD_saude			30
DESIGNACAO	String	Yes					50
MORADA	String	Yes					50
TELEFONE_F	String	Yes					20
PORTAL	String	Yes					30
MAIL	String	Yes					40
HORARIO	String	Yes					50
OBSERVACOE	String	Yes					50
FOTO	String	Yes					150
GESTAO	String	Yes		TD_gestao			20
ESTADO_CON	String	Yes		Estado			15
ACESSO_DEF	String	Yes		Acesso_deficientes			50
N_LUGARES_	Short integer	Yes			0		
IDADE	String	Yes		IDADE			50
FREGUESIA	String	Yes					20
EFFECTIVOS	Short integer	Yes			0		
N_CAMAS	Short integer	Yes			0		
VALENCIAS	String	Yes					50
ALTURA	String	Yes		Altura			30
DATA	Date	Yes			0	0	8

Coded value domain	
TD_saude	
Description	subtipo saude
Field type	String
Split policy	Default value
Merge policy	Default value
Code	Description
0	Hospital
1	Centro de Saude
2	Clinica
3	Extensão de saúde
4	Posto Médico
5	Farmacia
6	Laboratório de análises clinicas
7	Outros

Figura 4. Tabela de Atributos dos equipamentos de Saúde e a tabela de domínio para o Subtipo.

Os temas referentes aos limites das freguesias, ao edificado, às vias e ainda os ortofotomapas da região foram utilizados como Informação Estruturante¹. Este tipo de informação é essencial como forma de enriquecimento da carta e contribui para uma melhor compreensão da mesma por parte dos utilizadores.

Foi então criado um novo mapa no software *ARCMMap* (carta_equipamentos.mxd) no sistema de projecção cartográfico SHG73, com todos os temas que constam no modelo de dados, onde se começou por escolher a simbologia para cada um deles.

4.3 AQUISIÇÃO DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E ALFANUMÉRICA DOS EQUIPAMENTOS

Após a criação e implementação do modelo de dados, a aquisição da informação geográfica e alfanumérica dos diversos Equipamentos foi efectuada em simultâneo, recorrendo a um receptor GPS *BlueTooth* acoplado a um PDA

¹ Segundo Matos (2001) a informação estruturante é aquela que não é directamente objecto de cálculo ou análise espacial, mas que garante a coerência espacial de todos os outros temas, funcionando como suporte para agregação de informação alfanumérica ou como referência para delimitação de novas fronteiras.

munido do software *ArcPad*, devidamente personalizado para a recolha da informação alfanumérica e registo fotográfico dos equipamentos.

4.3.1 Preparação do Trabalho de Campo

A preparação do trabalho de campo iniciou-se com a selecção, no mapa anteriormente criado no *ArcMap*, dos temas que iriam ser levados no PDA aquando do levantamento dos equipamentos. Foram seleccionados os catorze temas referentes a cada tipo de equipamento, o tema referente às vias e o tema referente ao edificado – estes dois últimos temas serviriam de informação estruturante para auxiliar a localizar correctamente os equipamentos a levantar. Tirando partido da ferramenta *Get Data for ArcPad7* foi criado de forma automática um projecto para utilização no *ArcPAD* instalado no PDA (*equipamentos.apm*) com os temas seleccionados agora convertidos de *Feature Class* para *Shapefile* mantendo o sistema de coordenadas inicial.

Após o procedimento anterior foi necessário criar formulários de apoio ao levantamento dos dados alfanuméricos que caracterizam cada um dos equipamentos a levantar. As vantagens de se recolher a informação recorrendo a formulários personalizados são: automatizar o processo de preenchimento dos dados; garantir que os atributos obrigatórios sejam preenchidos prevenindo erros de omissão e que dados como Fotografias sejam imediatamente associados ao respectivo equipamento evitando a falta de correspondência entre ambos. A criação dos formulários foi realizada no *ArcPad* utilizando a aplicação *ArcPad Form Creation Wizard*.

O procedimento da realização dos formulários seguiu os seguintes passos:

- As tabelas de domínio existentes foram aproveitadas para que no levantamento dos respectivos atributos as opções aparecessem numa caixa de selecção, o que facilita em muito o seu preenchimento em trabalho de campo;
- Para cada TIPO de equipamento foi criado um formulário próprio;
- Em cada formulário foram definidos os atributos de preenchimento obrigatório aqueles que dependem de observação directa como por exemplo: o subtipo, a designação, o estado de conservação, a altura e a idade dos edifícios, se tem ou não acesso para deficientes, etc.;

- A data foi definida como um campo de preenchimento obrigatório e automático de forma a ficar sempre gravado o dia do levantamento;

Para terminar este procedimento transferiu-se o projecto *equipamentos.apm* para o PDA.

A preparação do trabalho de campo terminou com a elaboração de rotas que optimizassem a passagem em locais onde era conhecida a existência de equipamentos para levantar.

4.3.2 Trabalho de Campo

Com o auxílio do sistema GPS e da cartografia procedeu-se ao levantamento dos equipamentos. A localização é registada, na *Shapefile* correspondente ao TIPO de equipamento que se está a levantar, aceitando a localização indicada pelo GPS ou, se esta estiver claramente errada (mediante a informação estruturante), digitaliza-se o objecto num ponto de localização mais adequada face aos objectos cartográficos já existentes. Após a digitalização do ponto surgem automaticamente no monitor do PDA os respectivos formulários para serem preenchidos e assim gravar a respectiva informação alfanumérica (Figura 5).

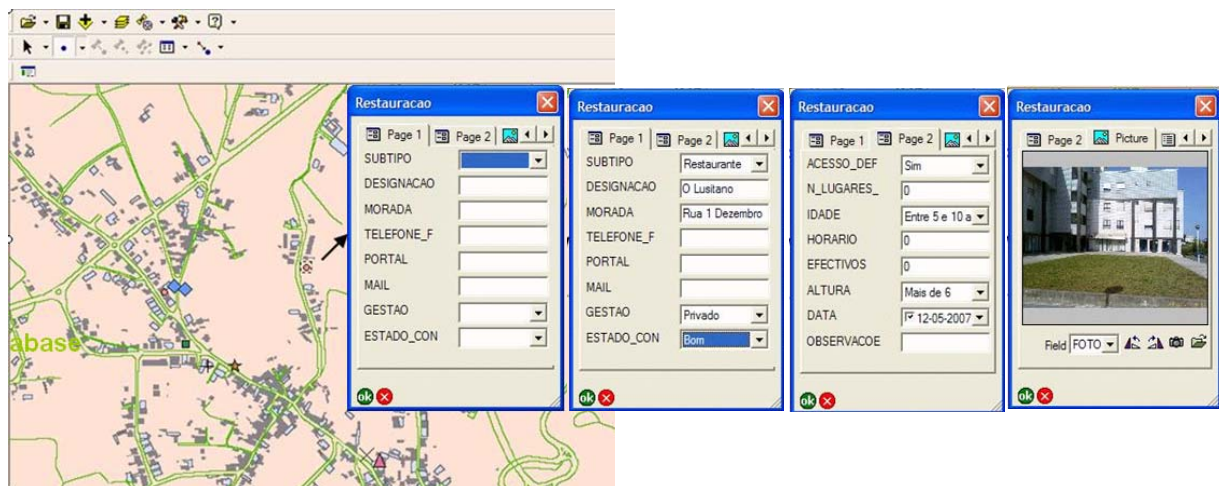


Figura 5. Levantamento de um Restaurante e preenchimento do respectivo formulário.

Com este método levantaram-se, na freguesia de Albergaria-a-Velha, 132 equipamentos, em 14 sessões de trabalho de campo num total de 112 horas aproximadamente.

4.3.3 Trabalho de Gabinete

Para transferir a informação recolhida com o PDA para o mapa criado no *ArcMap* recorreu-se à função *Check In Edits From Arcpad* que efectua a actualização

automática da base de dados, ou seja, a nova informação proveniente das *Shapefiles* é convertida e armazenada nas respectivas *Featureclass*. Este procedimento faz com que a simbologia dos novos elementos também seja actualizada. Seguiu-se o trabalho de edição com o objectivo de completar a informação alfanumérica, uma vez que durante o registo de campo muitos dos atributos de preenchimento não obrigatório não foram registados. Todo o projecto foi exportado para o *ArcSde* (software da família *ArcGIS* que permite o acesso às bases de dados por multi-utilizadores). Este procedimento foi realizado para permitir aos elementos do grupo realizarem sessões simultâneas de edição e também para que o resultado final do trabalho pudesse ser disponibilizado no *ArcSde* da autarquia.

4.4 A REDE DE EIXOS VIÁRIOS

Incluiu-se na carta de equipamentos uma rede de eixos viários para, que depois de devidamente tratada, se pudesse tirar partido da capacidade de análise dos SIG, permitindo calcular de forma rápida e automática percursos óptimos, elaborar rotas, calcular tempos e distâncias, acessibilidades, zonas de influencia, etc.

O algoritmo utilizado no tratamento da rede, para além de criar a topologia, efectua a correcção de possíveis erros geométricos que existam no ficheiro original, como arcos sobrepostos ou existência de pontas soltas, quebra todas as intersecção existentes nos arcos e generaliza os vértices. Os erros que persistiram ao processo automático de eliminação de erros foram editados e corrigidos manualmente.

4.5 FUNÇÕES PROGRAMADAS

A fim de criar uma carta de equipamentos interactiva e de fácil consulta, foram adicionadas duas funções ao software de base: a primeira consiste numa pesquisa por nome à base de dados permitindo visualizar o equipamento solicitado e a informação alfanumérica relevante sobre o mesmo; a segunda permite retornar a mesma informação, sendo que a selecção é feita sobre o próprio equipamento, recorrendo a um botão criado para o efeito (Figura 6). A informação disponibilizada no retorno destas acções está ligada directamente às bases de dados, o que permite que sempre que estas sofram alterações essa informação seja actualizada automaticamente.

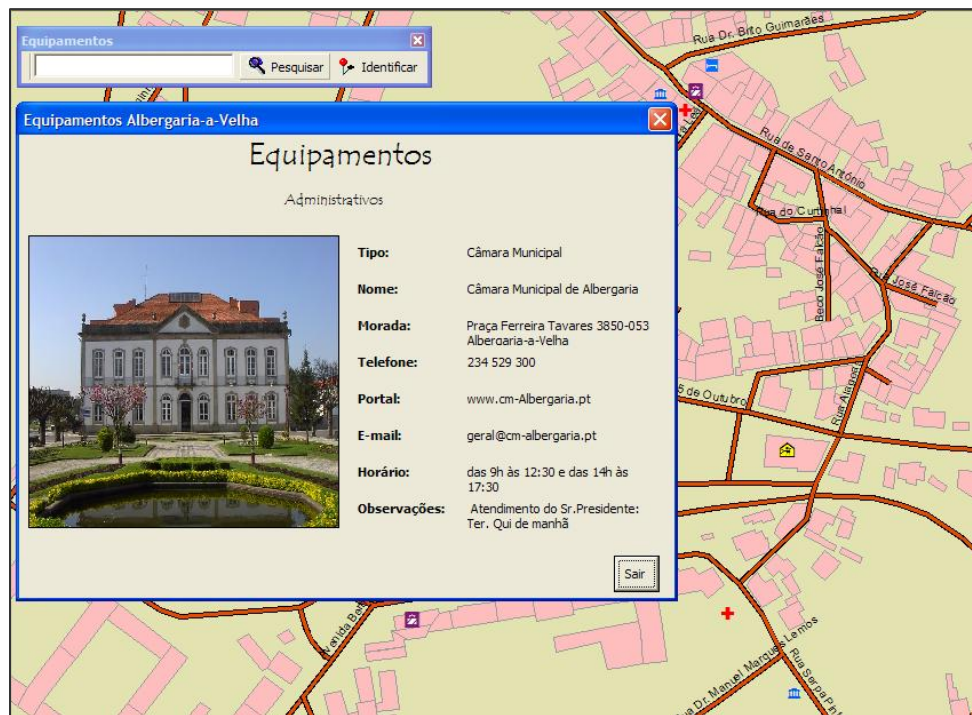


Figura 6. Barra de ferramentas *Equipamentos* e visualização da janela de informação sobre o equipamento seleccionado.

5. DISPONIBILIZAÇÃO DA CARTA DE EQUIPAMENTOS NA INTERNET

Ao tornar pública a informação produzida pelos diversos serviços do Município a partir de um visualizador universal (browser) torna-se possível que o munícipe em “sua casa” pesquise e imprima a informação geográfica e respectiva informação alfanumérica pretendida, de uma forma simples e confortável. Este facto contribui para a criação de um ambiente de bem-estar e de aproximação entre os munícipes e a administração local o que obviamente beneficia ambas as partes.

Neste projecto foi criado um serviço *web* para disponibilizar a informação contida na carta de equipamentos produzida (Figura 7). Por falta de tempo não foi possível ao grupo de trabalho fazer as adaptações necessárias às funções programadas em *Desktop* para que funcionassem via Internet.

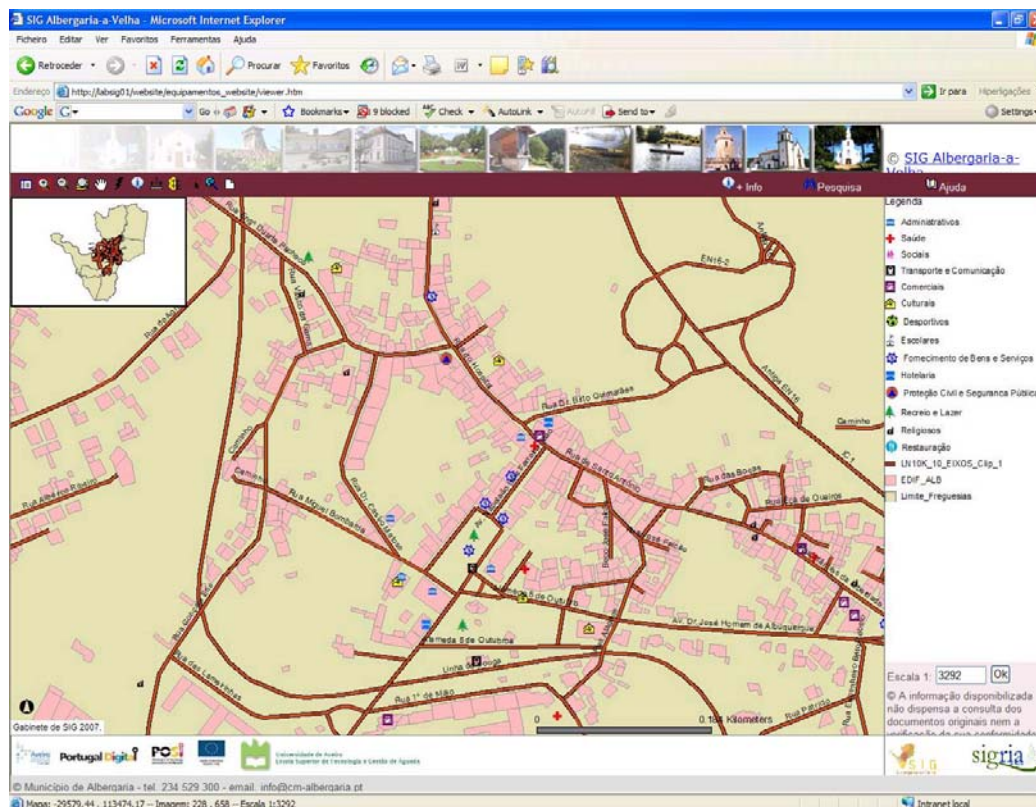


Figura 7. Página da Internet criada no âmbito do trabalho.

6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As funções programadas revelaram, em todos os testes efectuados, o seu correcto funcionamento. Foram produzidas várias análises para verificar a implementação da rede viária e constatou-se que para estudos mais aprofundados é necessário completar o preenchimento das bases de dados. O serviço WEB desenhado está a funcionar sem problemas na intranet da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Águeda. A Figura 8 mostra um excerto da carta de equipamentos produzida e a simbologia escolhida.

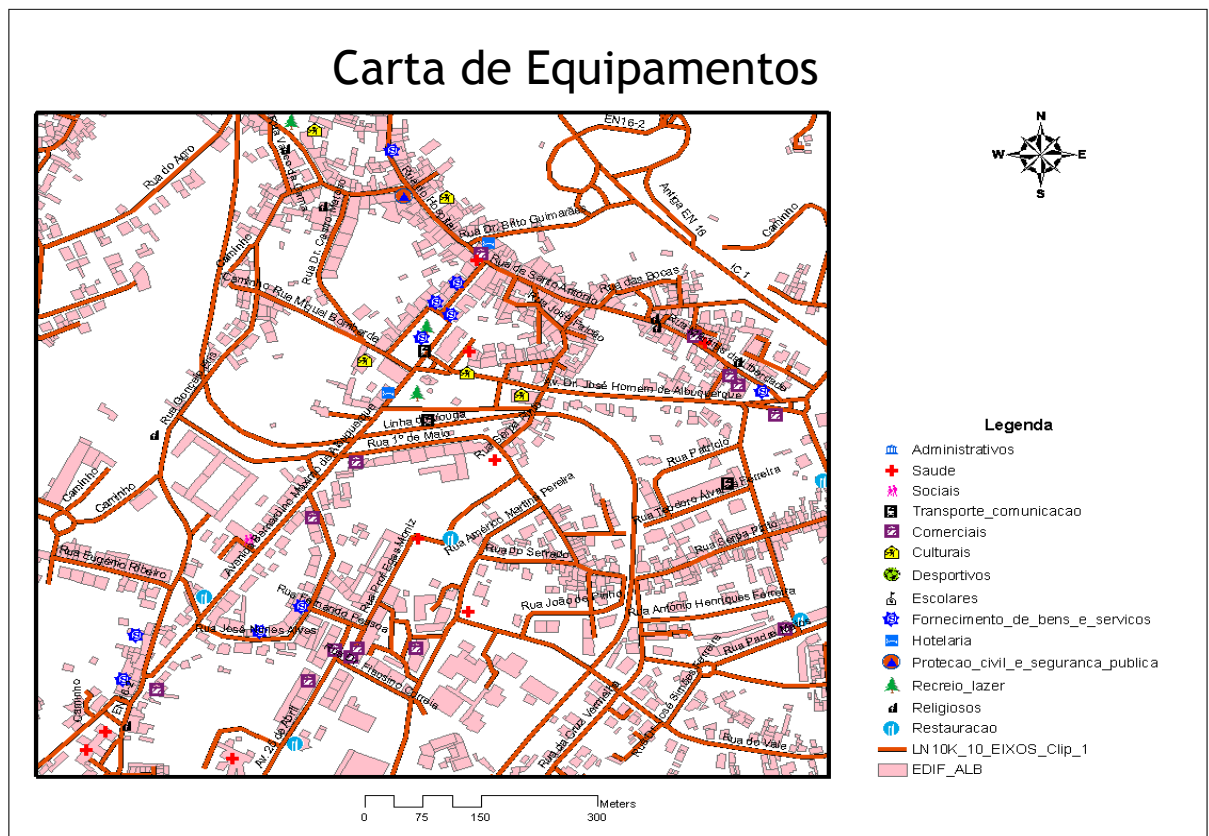


Figura 8. Excerto da carta de equipamentos final.

7. CONCLUSÃO

A imensa quantidade de informação representada na Carta de Equipamentos elaborada, é uma mais valia para que os agentes municipais possam melhorar o ordenamento do território, fazer um melhor uso dos recursos materiais e humanos disponíveis, melhorar os serviços já prestados aos cidadãos e iniciar a prestação de novos serviços que sejam considerados necessários.

Com a existência da Carta de Equipamentos no SIG Municipal é possível, com pequenas adaptações, elaborar várias Cartas como por exemplo, a Carta Escolar, a Carta dos Equipamentos Desportivos, a Carta de Turismo ou a Carta da Saúde. É igualmente possível apoiar instrumentos de planeamento estratégico dos quais se destacam: o Plano Director Municipal, Plano de Circulação Viária e Transportes, Plano de Desenvolvimento Desportivo, Planos Anuais de Acção Escolar; estudos dos impactos na saúde – perfil de Saúde do Município, entre outros.

A metodologia desenvolvida para este projecto revelou-se eficiente, contribuindo para uma maior agilização e qualidade na produção deste tipo de documentos. Todo o trabalho foi elaborado para que a sua integração no SIG da Câmara

Municipal de Albergaria-a-Velha fosse efectuada de uma forma simples e rápida, faltando efectuar apenas ligeiras adaptações na parte da disponibilização da informação via Internet. No entanto esta implementação por parte do Município não foi ainda totalmente efectuada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DIAS, Hugo (2005) – *O SIG Municipal ao serviço do Cidadão/ Munícipe*.
<http://geo-competitivo.tagus.ist.utl.pt/Anexos/SIG%20Municipal.pdf>,
consultado em 15 de Junho de 2007.
- [2] SILVA, António; RAMOS, Ana; ESTIMA, Jacinto; TAVARES, Miguel e CALVÃO, Ana Rita (2006) – *Gestão do Património Escolar no SIG Municipal*. ESIG 2006, IX Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica, 15-17 de Novembro.
- [3] MATOS, João (2001) – *Fundamentos de Informação Geográfica*. LIDEL.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO TERRITORIAL E SECTORIAL PARA A BACIA LEITEIRA PRIMÁRIA DO ENTRE DOURO E MINHO

Alonso, J. ⁽¹⁾; Rey Graña, J. ⁽¹⁾; Mamede, J. ⁽¹⁾; Martins, H. ⁽¹⁾; Castro, P. ⁽²⁾.

⁽¹⁾ *Escola Superior Agrária de Ponte de Lima do Instituto Politécnico de Viana do Castelo*
Refoios do Lima

4990-706 Ponte de Lima

Tel: (+ 351) 258 909 740

Fax: (+ 351) 258 909 779

malonso@esa.ipvc.pt

www.esa.ipvc.pt

⁽²⁾ *Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo*
Avenida do Atlântico, Apartado 574

4900-348 Viana do Castelo

Tel: (+ 351) 258 819 700

Fax: (+ 351) 258 827 636

pmc@estg.ipvc.pt

<http://www.estg.ipvc.pt>

RESUMO

A produção de leite na região NW de Portugal encontra-se comprometida por condicionantes ambientais, económicas e sociais associadas aos mercados e à aplicação de normativo europeu e nacional. A dimensão socioeconómica do sector na região, o crescimento populacional e urbano, conduzem à necessidade de realizar abordagens multisectoriais e integradas territorialmente para definir estratégias que sustentem a actividade leiteira.

Estas dinâmicas revelaram a necessidade de desenvolver um sistema de informação territorial e sectorial para os concelhos do NW Portugal que enquadre abordagens e análises a diferentes escalas e graus de complexidade com ganhos para actores públicos e privados com interesse e responsabilidades no sector leiteiro.

Este sistema permite: i) conjugar objectivos e necessidades dos diversos utilizadores; ii) articular diferentes actores territoriais e sectoriais, de modo a integrar o ordenamento rural na gestão territorial; iii) reforçar a capacidade técnica das diferentes organizações com potenciais benefícios para os processos de valorização da actividade.

PALAVRAS-CHAVE: *Sistemas de Informação Territorial, NW Portugal*

1.INTRODUÇÃO

A conjugação de diversos factores como as condições agro-ecológicas, as políticas, a organização de mercado, os avanços científicos, técnicos e tecnológicos na produção pecuária, entre outros, contribuíram para que a região

Noroeste (NW)¹ de Portugal apresente um peso significativo na produção de leite nacional. Estas transformações foram visíveis ao nível da estrutura produtiva, com um aumento de produtividade por animal, acréscimo das áreas por unidade produtiva, tal como o aumento do número de efectivos bovinos por exploração e a diminuição crescente do número de explorações.

As alterações nos modos de produção, consequência de novas práticas, técnicas e tecnologias assim como de políticas provocaram uma diferenciação do funcionamento das unidades produtivas, tornando-as mais orientados para o mercado, o que indica uma maior especialização, intensificação e concentração produtiva de acordo com as economias de escala [1]. Estas alterações de uma matriz tradicional rural, para uma matriz peri-urbana são evidentes a nível espacial com transformações na paisagem do espaço rural.

Deste modo, verifica-se uma concentração de grande parte das explorações pecuárias de leite sobre uma estrutura de minifúndio, sujeita a forte pressão urbana com uma grande interface com os agregados populacionais, que na sua rápida expansão têm vindo a ocupar progressivamente o espaço rural. Como consequência de tal facto, as explorações pecuárias ficaram encravadas em malhas urbanas o que contribui para uma forte pressão da opinião pública para a respectiva readaptação e valorização ambiental.

1.1 Enquadramento nas políticas europeias e problemas locais/regionais

Actualmente, a sociedade e o mercado apresentam uma forte pressão sobre a conservação de recursos, funções e equilíbrios dos geossistemas como consequência da evolução dos padrões de qualidade de vida, de saúde e de segurança alimentar [2]. Neste sentido, registou-se uma evolução do quadro normativo europeu com a publicação de um conjunto de normas a nível ambiental (Directiva 91/676/CEE; 92/43/CEE e 2000/60/CE) em paralelo a questões de qualidade e segurança alimentar (Directiva 89/362/CEE e 92/46/CEE), e mesmo bem-estar animal (Directiva 98/58/CEE). Por outro lado na maioria dos países desenvolvidos, acentua-se uma maior relação e procura do espaço rural pelas sociedades urbanas, mesmo em actividades de recreio e lazer.

De referir, que estas normativas europeias foram acompanhadas por um conjunto de legislação que se enquadram com a realidade nacional. O Decreto-Lei 202/2005 de 24 de Novembro, referente ao licenciamento das explorações bovinas sintetiza este conjunto de políticas, já que visa disciplinar a actividade do sector através do estabelecimento de regras que, por um lado, potenciem o crescimento

¹ A área de projecto inclui os concelhos de Barcelos, Esposende, Maia, Matosinhos, Póvoa de Varzim, Santo Tirso, Trofa, Viana do Castelo, Vila do Conde e Vila Nova de Famalicão.

económico, e por outro, que salvaguardem um conjunto de valores de legitimação pública, como a saúde pública, o bem-estar animal e a protecção do ambiente.

Os problemas que geram maior impacto na conservação e valorização dos recursos e funções naturais do solo, da água e do ar são essencialmente visíveis e sentidos pela dificuldade da gestão dos efluentes das explorações pecuárias [2] e [3]. A sustentabilidade das explorações pecuárias leiteiras determina uma abordagem sistémica e multidimensional [4], tendo em conta o seu peso socioeconómico, as especificidades territoriais e os normativos legais.

1.2 Os sistemas de exploração pecuários de leite e os sistemas de informação

Com os avanços produtivos da actividade leiteira verificou-se um crescimento e concentração de serviços de apoio técnico, o desenvolvimento e a organização de um forte sector cooperativo de representação e industrial, contribuindo para a actual dimensão económica e importância social do sector na região.

Os desafios do sector leiteiro apresentam uma dimensão e importância acrescida consequência de um conjunto de factores externos, nomeadamente o fim anunciado das quotas leiteiras, a abertura progressiva do mercado europeu ao mercado mundial, bem como o aumento dos custos das matérias-primas e combustíveis, associado ao crescimento da indústria dos biocombustíveis. Internamente, as questões do licenciamento das explorações, em paralelo, à localização deste território na segunda área metropolitana do país, em que as dinâmicas territoriais de pessoas e bens provocam alterações evidentes na ocupação e uso do solo associadas ao confronto urbano agrícola. Em simultâneo, os fenómenos de peri-urbanização favorecem a visibilidade dos impactes ambientais e paisagísticos da actividade leiteira e aumentam a conflituosidade social a nível local/regional. Por outro lado, as questões associadas à gestão e ordenamento do território assim como as actividades económicas presentes apresentam uma maior importância na definição de estratégias e articulação de políticas à escala local, regional e nacional.

O futuro do sector depende em larga medida, da capacidade de adaptação/reorganização e inovação dos agentes do próprio sector e das interacções que estes consigam estabelecer entre si e com agentes de outros sectores de actividade que operam neste território.

O sector pecuário da produção de leite, como actividade com forte peso económico e social na região deve assentar os seus processos de gestão e planeamento [5] num Sistema de Informação (SI). Desta forma, surge a possibilidade de criação de um SI sectorial [6], de modo a estabelecer uma maior organização e articulação entre os diferentes actores que o compõem com ganhos visíveis em termos de comunicação, eficácia e eficiência do sector, e por conseguinte na valorização e promoção dos produtos e actividade associadas, tal como dos espaços e recursos envolvidos.

A informação assume particular relevância, pois esta está associada aos processos de gestão, bem como contribui para o conhecimento global do funcionamento dos sistemas produtivos [7] e das suas relações multidisciplinares a fim de gerar valor e aumentar a capacidade de análise e sustentar a tomada de decisão [8].

A gestão do sector da bovinicultura de leite, tal como outros é um processo complexo, na medida em que existem diversos intervenientes de forma directa e/ou indirecta, assim como vários níveis de relações e dependências entre estes [4]. Numa primeira fase é necessário reunir os intervenientes directos a montante e a jusante da produção, quer sejam públicos, privados e/ou associativos, de modo a definir estratégias e consertar posições quanto às necessidades presentes e perspectivas do sector. A formulação do planeamento e uma postura prospectiva que exige enquadrar, avaliar e implementar as decisões [4].

Neste sentido, surge a necessidade de uma abordagem mais abrangente e a possibilidade de integração do SI do sector leiteiro num Sistema de Informação Territorial (SIT), que permita articular dados, pessoas, tecnologias, normas e políticas contribuindo assim para o desenvolvimento económico, para a sustentabilidade e coesão territorial.

2. METODOLOGIA

A importância da actividade leiteira e os desafios que lhe estão subjacentes, em simultâneo ao aumento da utilização das tecnologias de informação e comunicação criam a necessidade e a oportunidade de desenvolver um SIT para os concelhos do NW de Portugal e um SI para o sector da bovinicultura leiteira.

O desenvolvimento destes SI assenta num conjunto de informação espacial reunida e sistematizada para o Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho (POBLP-EDM) desenvolvida por uma parceria público-privada que integrou a Direcção de Agricultura e Pescas do Norte (DRAPN), Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (ESA-IPVC), Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FC-UP) e Instituto de Desenvolvimento da Região Norte (IDARN).

O SIT tem como objectivo a reunião de informação, a monitorização, validação e aumento do detalhe, para assim estabelecer uma avaliação sistémica, documentada, periódica e objectiva dos diferentes aspectos do território, tais como os factores sociais, económicos, ambientais e paisagísticos, através de práticas que sirvam como vectores do cumprimento das exigências legais e que, ao mesmo tempo, permitam garantir a sua sustentabilidade.

O SI sectorial para a actividade leiteira visa melhorar processos de gestão, tendo em conta as normas e políticas assim como a incerteza e a instabilidade dos mercados, através da criação e/ou reestruturação de serviços e instrumentos de apoio às explorações e a toda a fileira da produção de leite.

No entanto, é necessário estabelecer uma diferenciação de objectivos e missões evidentes entre os dois SI. Assim, um SIT apresenta uma componente integradora das várias componentes e actividades territoriais, enquanto um SI sectorial é parte integrante do processo com um âmbito temático mais restrito nas funcionalidades processuais mais desenvolvidas.

A utilização de uma linguagem comum aos vários agentes é imprescindível para o bom funcionamento e uma correcta permuta de informações, com ganhos ao nível da interoperabilidade dos diferentes serviços, assim como garantia de qualidade e independência da informação [9]. O seu funcionamento incorpora conhecimentos/aplicações multi-disciplinares e mesmo dentro de cada área integra diferentes abordagens (políticos, investigadores, consultores, técnicos e agricultores) para uma melhoria efectiva do sector e do território onde este se insere [6].

2.1 Sistema de informação Territorial

O desenvolvimento do SIT assentou num conjunto de bases geográficas de referência (IGEOE, série Militar 1/25000), bases de dados temáticas sobre o meio físico, as figuras de ordenamento e protecção a nível municipal e regional, assim como as componentes do meio socioeconómico. As bases de dados foram complementadas com a incorporação de dados obtidos em processos de recolha de campo assim como a georreferenciação de resultados de projectos de investigação e demonstração. Deste modo foi possível caracterizar o território quanto à sua constituição em termos socioeconómicos e as respectivas dinâmicas de funcionamento. Este SIT apresenta escalas de trabalho compatíveis com leituras e informações à escala regional e municipal (1/25000 a 1/10000).

Quadro 1 – Cartografia e bases de dados de referência e temáticas utilizadas.

Informação estruturante	Fonte	Escala	Resolução espacial	Formato
Altimetria	IGEOE	1:25000		Vectorial
Rede Hidrográfica	IGEOE	1:25000		Vectorial
Rede Viária	IGEOE	1:25000		Vectorial
Toponímia	IGEOE	1:25000		Vectorial
Cartografia de PDM's	DRAEDM	1:10000		Vectorial
Reserva Ecológica Nacional	DRAEDM	1:10000		Vectorial
Reserva Agrícola Nacional	DRAEDM	1:10000		Vectorial
Limites administrativos	IGEO	1:25000		Vectorial
Ortofotomapas	IVV		0,35 m píxel	Raster
Carta Topográfica	ESAPL/IPVC	1:25000		Vectorial
Informação derivada	Fonte	Escala		Formato
Altimetria e Cartografia derivada				
MDE	Elaboração própria	1:25000		TIN
Carta de Declives	Elaboração própria	1:25000		GRID
Carta de Exposições Solares	Elaboração própria	1:25000		GRID
Cartografia de solos e aptidão da terra				
Litologia	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Geomorfologia	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Solos	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Regime de temperaturas	DRAEDM	1:250000		Vectorial
Fertilidade	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Condições de enraizamento	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Disponibilidade hídrica	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Drenagem	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Afloramentos rochosos	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Pedregosidade	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Risco de erosão	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Terraços e socos	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Aptidão da Terra	DRAEDM	1:25000		Vectorial
Cartografia de Usos do solo				
Carta de Ocupação do Solo (1990)	IGEO	1:25000		Vectorial
Carta de Ocupação do Solo (2000)	Elaboração própria	1:25000		Vectorial

2.2 Sistema de informação sectorial

No que respeita ao SI sectorial para os concelhos do NW de Portugal foram desenvolvidas e integradas diversas bases de dados e aplicações. Assim, os dados do Recenseamento Geral da Agricultura (1989 e 1999) foram complementados com a informação das diferentes componentes das explorações leiteiras nomeadamente os elementos do produtor, do agregado familiar e mão-de-obra, da estrutura fundiária e das actividades vegetais que lhe estão associadas, bem como dos efectivos animais, as instalações e equipamentos. Estes dados foram recolhidos por inquirição presencial a todas as explorações leiteiras e georreferenciados.

Com base nestes dados foram realizadas diversas análises em função do âmbito, dos temas e das preocupações mais pertinentes, através da desagregação estatística dos diversos elementos do inquérito atendendo à viabilidade futura, às principais limitações técnicas e estruturais e ao cumprimento dos normativos legais.

O cruzamento da informação das unidades produtivas, com o conjunto de informação territorial permitiu realizar várias análises espaciais, nomeadamente interpolação espacial através do método de Kriging. Estas operações possibilitam a definição de zonas de maior criticidade em função da carga animal, da densidade de explorações, da relação de dejectos produzidos e superfície agrícola para incorporação de resíduos, entre outros.

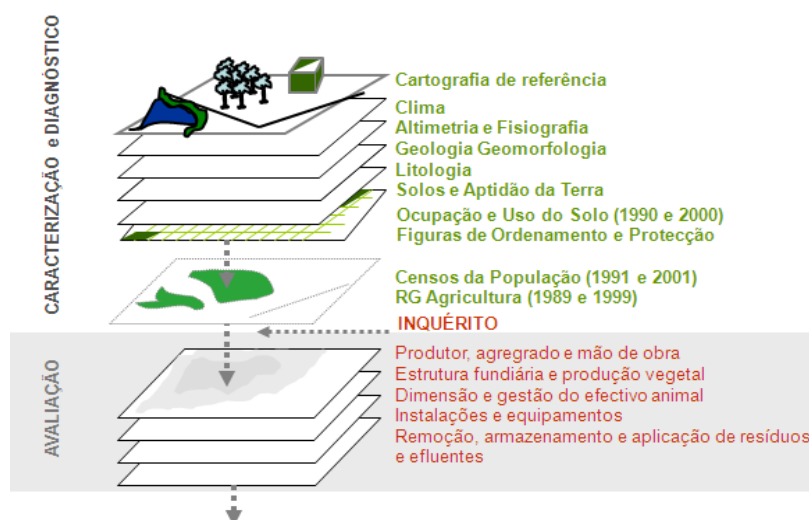


Figura 1- Diagrama dos descritores integrados na metodologia do Sistema de Informação Sectorial

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados recolhidos e sistematizados no POBLP-EDM, devido à sua componente espacial, quantidade e natureza, servem de base para um conjunto de exercícios de caracterização, avaliação e diagnóstico do sector e do território, assim como das respectivas dinâmicas, em paralelo à apresentação de propostas de gestão de actividades e ordenamento do território.

O conjunto de informação reunida permite desenvolver fazer várias aplicações a diferentes graus e níveis de abordagem em função das necessidades e da natureza do utilizador. Assim podem-se identificar as unidades naturais, áreas mais sensíveis do território, bem como aquelas que necessitam de intervenção prioritária, segundo vários critérios como, os índices de concentração, especialização e intensificação, a pressão social e urbana dos aglomerados populacionais, as figuras de ordenamento e protecção, a proximidade das vias de comunicação e dos recursos hídricos e desenvolver estratégias que garantam a sustentabilidade territorial.

A informação das várias componentes das explorações leiteiras, possibilitou compreender a sua história, as condições, a situação e as perspectivas futuras. A partir deste conjunto de parâmetros foi possível obter vários indicadores, seja através de dados recolhidos directamente, ou recorrendo a índices e factores de conversão. A grande diversidade da dimensão, da estrutura e das características produtivas das explorações, desencadeou a necessidade de identificar e diferenciar tipologias em função do nível de intensificação, concentração e especialização, tal como a sua localização territorial tendo em conta o cumprimento dos normativos legais. Por outro lado, foi possível desenvolver um sistema de gestão de bases de dados, bem como a compatibilização de informação de diferente natureza e origem, a integração e sistematização de bases de dados e aplicações, o que facilitou a criação de novos modelos e cenários em simultâneo às perspectivas de continuidade. Assim, o desenvolvimento do SI deixa em aberto avanços para a quantidade de informação, através da inclusão de outros níveis de detalhe espacial ou aumento das séries temporais.

Na administração pública, a agilização de processos e a articulação institucional entre diferentes tutelas permite adequar políticas e responder de acordo com as características locais. As informações que caracterizam as unidades produtivas também devem servir de apoio para a emissão de licenças, para o enquadramento de possíveis medidas de financiamento, bem como projectos de investimento, tendo em conta melhorias evidentes nas condições e estruturas produtivas da exploração. Por outro lado, verifica-se a necessidade de disponibilização de informação à escala da parcela, através do parcelário do Instituto de Financiamento da Agricultura e das Pescas (IFAP), para aumentar o detalhe de análise ao nível da intensidade das práticas culturais, da distribuição espacial e dimensão da área afecta a cada exploração.

A aplicação informática que integra a informação relativa às diversas componentes da exploração possibilita a articulação e a reunião com outras aplicações ou bases de dados de diferentes organizações públicas, privadas e associativas. Neste sentido, faculta melhorias evidentes em processos de gestão de efectivo, candidaturas a prémios e subsídios, disponibiliza elementos para o apoio técnico e definição de políticas e prioridades de investimento. A introdução do código da exploração e do número do parcelário vai permitir partilhar dados com outras estruturas da administração com vantagens no ganho da escala de detalhe.

De referir, que toda a informação reunida e sistematizada apresenta uma relevância acrescida para processos de gestão ambiental, bem como, um complemento importante para enquadrar nos Instrumentos de Gestão do Território sobretudo ao nível dos Planos Regionais do Ordenamento do Território (PROT) e Planos Directores Municipais (PDM).

Os SIT e o SI sectorial obrigaram, e nesta medida resultaram:

- i. no desenvolvimento de soluções técnicas e tecnológicas através da aquisição e instalação de tecnologias informáticas locais e de redes que agilizem os processos de análise, comunicação e mobilidade de informação;
- ii. na integração e articulação dos diversos actores públicos e/ou privados com competências ao nível do sector e território, através da criação de uma estrutura de complementaridade de missões, competências e recursos que vise uma actuação eficiente, eficaz e sistémica sobre as dinâmicas e as realidades territoriais e sectoriais;
- iii. na formação de recursos humanos e definição do quadro organizacional com a identificação e capacitação dos diversos utilizadores/decisores que devam integrar e participar na construção e manutenção dos instrumentos de gestão criados no quadro dos temas incidentes sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e as Infra-estruturas de Dados Espaciais (IDE);
- iv. no desenvolvimento e aplicação de normas e políticas de gestão do sistema proposto, relacionadas com o equilíbrio entre a partilha de informação, a salvaguarda dos direitos de autor e a confidencialidade dos dados no âmbito das vantagens de um sistema descentralizado, sendo que este exige a formação e o uso de um conjunto de aspectos normativos, regulamentares e de protocolos que visam a interoperabilidade, a mobilidade, a actualização e a manutenção do sistema de monitorização e informação.

Em termos gerais registaram-se ganhos a vários níveis e dimensões, nos processos e competências. Assim, verificou-se a produção de nova informação, a construção de modelos e aplicações informáticas, assim como capacitação institucional, principalmente nos recursos humanos e nas formas de articulação e comunicação.

4. CONCLUSÃO

A caracterização dos sistemas produtivos leiteiros do NW de Portugal, em paralelo com o conhecimento da realidade biofísica e humana, assume elevada importância para compreender, prever e melhorar o respectivo funcionamento e ajustamento das explorações. Além do contexto local, as políticas e as questões de mercado são factores que influenciam o funcionamento das unidades produtivas.

A conjugação destes factores, com a localização espacial das unidades produtivas resulta numa diferenciação territorial bem definida, fruto das características e factores económicos, sociais e culturais que as envolvem e das respectivas dinâmicas internas. Por outro lado, a associação de um conjunto de bases cartográficas de referência sobre o meio físico e o meio socioeconómico possibilita uma análise mais profunda e uma visão sistémica tendo em conta a respectiva contextualização social, política e territorial.

Os desafios que o sector enfrenta associadas a uma forte competitividade global impõem processos de inovação, adaptação e reorganização a vários níveis, nomeadamente nos modos de produção, do quadro institucional de suporte, nas qualificações dos agentes, nos produtos, nas relações com outros sectores de actividade presentes no território, entre outros.

Assim a criação de um SIT e sectorial para a actividade leiteira vai permitir que haja uma maior intensidade de formação e aplicação do conhecimento, assim como a mobilização e interacção dos agentes do sector e de respectiva comunicação com outros actores. Os Sistemas de Informação permitem:

- i. aprofundar o conhecimento dos sistemas territoriais e de produção de leite presentes ;
- ii. diagnosticar restrições e identificar oportunidades e prioridades estratégicas, para o desenvolvimento do sector;
- iii. integrar análises multidisciplinares que exploram a relação da produção de leite com recursos, tecnologias, mercados, serviços, políticas e instituições no seu contexto nacional, regional e local.

O desenvolvimento de um Sistema de Informação deve reflectir-se na organização dos seus intervenientes com influência directa nos procedimentos internos e de comunicação (inter) institucional com impactes sobre a capacidade de proposta e resposta para o conjunto ou cada componente do território.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bouwman, A.; Van der Hoek, K.; Eickhout, B.; Soenar, I. 2005. *Exploring changes in world ruminant production systems, in Agricultural Systems*. Vol. 84 pp. 121-153
- [3] De Boer, I. 2003. *Environmental impact assessment of conventional and organic milk production, in Livestock Production Science* Vol. 80 pp. 69-77.
- [8] Fountas, S.; Wulfsohn, D.; Blackmore, B.; Jacobsen, H.; Perdersen, S. 2006. *A model of decision-making and information flows for information-intensive agriculture in Agricultural Systems*. Vol. 87 pp. 192-210
- [5] Kitchen, N.; 2008. *Emerging technologies for real-time and integrated agriculture decisions, in Computers and Electronics in Agriculture*. Vol. 61 pp. 1-3
- [9] Murakami, E.; Saraiva, A.; Ribeiro Junior, L.; Cugnasca, C.; Hirakawa, A.; Correa, P.; 2007. *An infrastructure for the development of distributed service-oriented information systems for precision agriculture, in Computers and Electronics in Agriculture*. Vol. 58 pp 37-48
- [4] Ondersteijn, C.; Giesen, G.; Huirne, R. 2003. *Identification of farmer characteristics and farm strategies explaining changes in environmental management and environmental and economic performance of dairy farms in Agricultural Systems*. Vol. 78 pp 31-55
- [6] Parrot, L.; Lacroix, R.; Wade, K.M. 2003. *Design considerations for the implementation of multi-agent systems in dairy industry in Computers and Electronics in Agriculture*. Vol. 38 pp 79-98.

[2] Thomassen, M. e de Boer I. 2005. *Evaluation of indicators to assess the environmental impact of dairy productions systems. in Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 111 pp. 185-199
URL:

[7] Verstegen, J.; Huirne, R.; Dijkhuizen, A.; Kleijnen, J. 1995. *Economic value of management information systems in agriculture: a review of evaluation approaches, in Computers and Electronics in Agriculture*. Vol. 13 pp. 273-288.

O papel dos SIG's na concepção e gestão de parques patrimoniais - o caso do parque Patrimonial do Mondego

Nuno Martins anunomartis@sapo.pt.

Cláudia Costa claudiampcosta@hotmail.com.

APD-PPM, Associação de Projecto e Desenvolvimento do Parque Patrimonial do Mondego; Coimbra, Portugal

Resumo:

Nas últimas décadas, observamos um crescimento de iniciativas de revitalização de paisagens culturais através dos chamados *parques patrimoniais*. Instrumento de projecto e de gestão do território, a figura de parque patrimonial assume-se agregadora de recursos, serviços e roteiros pedagógicos e turísticos. Inserindo-se no debate sobre os parques patrimoniais, o estudo foca algumas ferramentas com que abordar a sua concepção, gestão e promoção.

Como argumento, apresenta-se o *Parque Patrimonial do Mondego*, projecto que introduz, como rasgo particular, o uso de um conjunto integrado de novas tecnologias da comunicação e da informação. Procurando iluminar o potencial do uso das TIC's, a investigação tem como hipótese central o papel dos sistemas de informação na criação de novas possibilidades de definição, leitura e apropriação - mais dinâmicas e flexíveis - do território. Ao longo da comunicação esta hipótese será explorada em termos dos benefícios que os SIG's podem trazer aos visitantes do futuro parque.

Palavras-chave: *paisagem cultural, parque patrimonial, identidade do território, turismo sustentável, sistemas de informação geográfica, guia inteligente.*

Especiais agradecimentos

ESRI-Portugal <http://www.esri-portugal.pt/>

NETVITA – Sistemas de Informação Lda, e Nuno Mendes

1. O nascimento de uma ideia

O projecto tem origem em seminários de formação¹ realizados em Coimbra ao longo do ano de 2007 e no qual participaram profissionais no activo de diversas áreas – Arquitectura, Arquitectura Paisagística, Geografia, Engenharia, Ambiente, Planeamento, Biologia, Cultura e Eco-Turismo. A abordagem assumiu, desde o primeiro momento, um compromisso com a operatividade, procurando tornar o projecto fisicamente exequível e economicamente viável.

1.1. Enquadramento

A investigação que conduziu ao projecto insere-se no debate sobre as chamadas paisagens culturais, debate que remonta aos trabalhos de geógrafos franceses e alemães no século XIX, como Otto Shuttler e Vidal de la Blache, debate que atinge o estágio de maturidade na década de vinte do século passado com os estudos de Carl Sauer. Para este autor [1], “a Paisagem Cultural é criada por um grupo cultural a partir de uma paisagem natural. A cultura é o agente, a área natural é o meio, a paisagem é o resultado”. Nas últimas décadas, e a propósito do crescimento do número de parque patrimoniais, primeiro nos Estados Unidos e logo depois na Europa, esta definição tem sido retomada de modo recorrente em textos científicos sobre temas como a paisagem, identidades, territórios,... Apesar da longevidade quer a definição de Sauer, quer o método para estudar territórios com presença de elementos patrimoniais² proposto pela escola de Bekerly, de que Sauer foi talvez o mais ilustre representante, mantém plena actualidade no âmbito dos processos de reabilitação de antigas áreas produtivas que megulharam num profundo declínio socio-económico.

1.2. O projecto

Parque Patrimonial do Mondego (PPM) foi o nome atribuído a uma nova figura que vai servir de guião do projecto do território da paisagem cultural compreendida no eixo ribeirinho Penacova–Coimbra–Montemor–Figueira da Foz.

¹ “Ambiente, Património e Projecto do Território” (Junho), “Requalificação Urbanística e Valorização Ambiental” (Setembro) e “Arquitectura Ecológica” (Dezembro), ambos organizados pela Auchter, entidade formadora acreditada, www.auchter.pt.

O PPM propõe-se revalorizar e revitalizar uma paisagem cultural que é parte duma sub-região (Baixo Mondego) que ocupa 1797,58Km² e tem 311 949 habitantes, correspondendo ao PPM uma área de 281,93Km².

A exemplo de outros parques designados como fluviais [2 e 3] o trabalho parte da hipótese da persistência do rio como matriz geográfica e cultural, núcleo genético que explica e sintetiza a identidade do território.

O projecto do PPM assenta numa visão contemporânea do conceito de património, o que pressupõe, desde logo, assumir o envolvimento das populações e organismos locais e a adopção do conceito de paisagem cultural, aquela que é gerada pelo binómio natureza-cultura, ou seja, “o registo da acção humana sobre o território” [1].

Tomando como referência experiências bem sucedidas de reabilitação de áreas com forte expressão patrimonial na Europa, que os autores visitaram e estudaram³, assim como estudos realizados sobre essas e muitas outras experiências também na Europa e nos Estados Unidos⁴ o trabalho procurou explorar o uso do património como pauta de projecto e o da figura do parque patrimonial como agregadora de recursos, de serviços e de roteiros pedagógicos e turísticos.

1.3. Em busca de um fio condutor para uma nova narrativa histórica

A observação orientada do território do PPM evidenciou a existência de uma grande diversidade, mas também uma simbiose patrimonial: natureza-cultura.

À medida que se desenvolveu o trabalho, foi ganhando consistência a ideia de que a paisagem do rio Mondego, da serra até à foz, encerra episódios representativos

² Tratava-se de um método indutivo para analisar e valorizar territórios com um método que passava pelo uso cruzado de diversas fontes para o estudo: mapas antigos, relatos de viagens, recompilação de dados e testemunhos, documentos de propriedade, inquéritos, etc..

³ Em 2007, um dos autores visitou o Emsher Park (no vale do Rhur, Alemanha) o Parc Agrari del Baix Llobregat (Barcelona), o Manchester Castlefield Heritage Park e a Nieuwe Hollandse Waterlinie.

⁴ Em 1998, numa investigação conjunta de professores da Universidade Politécnica da Catalunha e do Massachusetts Institute of Technology realizou-se um estudo que incidiu sobre mais de cinquenta parques patrimoniais situados na Europa e nos Estados Unidos. Os coordenadores de ambas equipas foram, respectivamente, Joaquín Sabaté e Mark Shuster. A partir deste estudo tem-se multiplicado as comunicações e artigos publicados pelos dois autores e por alguns membros das equipas. Segundo Joaquín Sabaté (2001), pode falar-se num “conjunto de lições a retirar das experiências mais bem sucedidas de parques patrimoniais”.

de várias épocas da vida das populações, episódios relevantes para o conhecimento e compreensão da realidade local e que por isso são dignos de serem contados.

Este conjunto de episódios, aparentemente desligados, mas que resultam estar indelevelmente conectados pela presença do rio, perfazem uma história que o Parque Patrimonial do Mondego pretende agora resgatar, compilar, reinterpretar, construindo, passo a passo, um novo olhar sobre o território. E como vai fazê-lo? Como pretende o parque contar uma história geral ou as várias histórias que se entrecruzam no espaço e no tempo?

Precisamente através dos seus elementos constituintes, dos recursos patrimoniais do parque; das actividades laborais e de ócio que procurará reactivar; dos serviços e comércio que colocará ao dispor dos visitantes; através dos diversos centros de interpretação e museus onde se descrevem e são expostas, de modo preferencialmente interactivo, objectos e referências do passado; e, finalmente, através dos roteiros turísticos, lúdicos e pedagógicos que o projecto do suporte físico do parque estabelece.

2. Síntese de caracterização do território

De montante para jusante, identificaram-se três subáreas com um certo grau de homogeneidade interna (mapa em anexo):

- a) Mondego Natural: uma zona mais rural, montanhosa, que se estende desde a Serra até Coimbra, englobando actividades ribeirinhas e agro-pecuárias, laranjais e milheirais, pastagens e hortas, moinhos e azenhas, e ainda os sítios onde se concentravam as lavadeiras e onde circulavam as barcas serranas e outras embarcações de menor porte, na sua actividade de transporte comercial - carqueja, lenha, sal, azeite e roupa – entre o Porto da Raiva e Coimbra - Figueira da Foz.
- b) Mondego Urbano: Uma zona onde a marca humana se acentua, situada entre as pontes da Portela e Açude em Coimbra, uma área claramente urbana, com forte presença de património construído e monumental e de zonas verdes intervencionadas, algumas delas recentemente (Parque Verde do Mondego). Nela marcam também presença o caminho-de-ferro e os restos dum primeiro tecido industrial da cidade com predominância dos têxteis, dos curtumes e da cerâmica,

c) Mondego Regularizado: Uma zona bastante mais extensa, com forte componente agrícola, mas constituindo um imenso corredor ambiental e ecológico que arranca do Açude-Ponte e que só vai ter o seu epílogo na foz do rio, englobando, pelo caminho, a quinta da Escola Agrária, a Mata do Choupal, os campos do Bolão, o novo e o velho leito do rio, o canal de rega, os campos (de arroz e milho) do Mondego, as reservas naturais (pauis) e, já na Figueira da Foz, as salinas. Coexistem aqui também a linha férrea, as pequenas estações e apeadeiros e os antigos caminhos que ligavam as aldeias da margem esquerda ao rio. Destacam-se ainda diversas estruturas fortificadas que compunham a Linha Defensiva do Baixo Mondego, um sistema militar secular que tinha no castelo de Montemor-o-Velho um dos seus principais baluartes.

2.1. Potencialidades turísticas do território e impacto local do projecto

Dadas as condições singulares de que este território dispõe ao nível dos recursos, da sua história, das suas tradições e costumes, da sua gastronomia, artesanato e folclore, das paisagens naturais e da bio-diversidade, o *turismo sustentável* baseado nos produtos *touring cultural* e de natureza constitui uma opção segura, conforme estabelece, de resto, o Plano Estratégico Nacional de Turismo⁵ [4]. Com a aposta nesta modalidade de turismo pretende-se causar um impacto positivo nos modos de vida locais, que a chegada de visitantes não irá descaracterizar, antes poderá reforçar, através das novas dinâmicas socio-culturais geradas, no que tem de melhor, de mais autêntico, genuíno. Fiel a esta linha de raciocínio, o PPM perspectiva que o turismo possa tornar-se no motor do crescimento económico, propiciando um novo ímpeto das comunidades ribeirinhas.

Entre as debilidades apontadas para esta zona, refiram-se o fraco número de visitantes e o escasso tempo médio de estadia: cerca de dia e meio [5].

⁵ No seu ponto III.3. Linhas orientadoras para as regiões, pps 73 a 75 e 80.

2.2. Objectivos do PPM

- _ Revalorização e revitalização da paisagem ribeirinha do Mondego num quadro de sustentabilidade ambiental, social e económica, contribuindo assim para atrair investidores e turistas e, sobretudo, para reforçar a auto-estima das populações;
- _ Promover o estudo e o debate sobre as paisagens culturais, focando, em particular, a do rio Mondego, e fazê-lo conjugando a voz popular com a do meio universitário;
- _ Tornar-se numa infra-estrutura de ócio e cultura dinâmica e flexível, apoiada numa visão pró-activa, reflexiva e criativa do património e da história local e adaptável aos interesses dos visitantes. Para atingir este objectivo o PPM retoma o conceito de fábrica identitária⁶, um território excitante, em permanente efervescência cultural, com uma oferta de serviços caracterizada: (1) pela diversidade – visando diferentes públicos; (2) pela contemporaneidade – resgatando mas reinventando, através do incentivo a práticas reflexivas e criativas, o passado histórico e as tradições; (3) por privilegiar centros de produção e difusão cultural; e (4) pela interacção, em tempo real, com o visitante – a quem será disponibilizado apoio constante, antes e durante a visita.

2.3. Estratégias

- _ Utilizar instrumentos próprios para a abordagem de territórios com valor patrimonial, entre os que se destaca, por mérito próprio, a do parque patrimonial, o qual se tem revelado eficaz em diferentes contextos e escalas⁷;
- _ Atender aos estudos feitos em meio universitário sobre experiências de parque patrimoniais [7, 8 e 9] e, conforme se recomenda nesses estudos, usar como pauta de projecto territorial a sintaxe de leitura fixada por Kevin Lynch [10]⁸;
- _ Projectar os roteiros como expressão física de ideias culturais e ambientais, conferindo-lhes um desenho ambivalente, e dotando-os de diferentes meios de locomoção⁹ em função do que mais se aproxime do momento histórico original;

⁶ Retoma-se um conceito lançado, mas não implementado, na Holanda, para a região do Brabant [6].

⁷ Atente-se, nesse sentido, aos exemplos de Lowell City, New Lanark, IronBridge George, Emshar Park, Parc Agrári del Baix Llobregat, Parco Sud di Milano, Parco del Po, Le Creusot-Montceau, Nieuwe Hollandse Waterlinie, Miramichi Open River Park, Beamish Museum, entre tantos outros [7] e [8].

⁸ Bustamonte e Ponce [8], no seu estudo sobre parques patrimoniais, recorrendo a ferramentas de leitura territorial, põe em evidência o uso implícito deste método de composição e de organização espacial em mais de quarenta parques espalhados pela Europa e pelos Estados Unidos.

- _ Recorrer às tecnologias da informação e da comunicação, colocando-as ao serviço da recolha de dados, da georeferenciação, da gestão territorial, da informação turística e do interface com os visitantes, combinando sistemas de informação geográfica com guias inteligentes de apoio ao visitante;
- _ Usar o *website* como principal veículo de divulgação e promoção do projecto e como primeiro momento de interacção do visitante com o Parque;
- _ Estabelecer parcerias com instituições de ensino superior tendo em vista a organização de *workshops* e seminários e estágios;
- _ Iniciar um fórum de discussão junto dos actores locais¹⁰;
- _ Apostar na formação profissional e a educação patrimonial dos residentes;
- _ Granjear o apoio efectivo das forças vivas da região¹¹.

2.4. Sintaxe de Leitura (ou método de trabalho) do Parque Patrimonial¹²

- _ Diagnóstico geral, reconhecimento de debilidades - potencialidades, e definição e descrição da área geral e das subáreas;
- _ Inventariação dos recursos patrimoniais – temas e sub-temas, serviços, actividades de recreio, educação e lazer – e dos pontos marcantes.
- _ Definição das portas de entrada e dos elementos de inflexão e de concentração – centros de interpretação e museus – os nós do território projectado;
- _ Definição dos diversos roteiros tendo presente a sua hierarquia e organização temática e geográfica – passeios fluviais de barcas, percursos do património construído, passeio agro-ambiental, percursos pedonais, ciclovias, trajectos ferroviários, reposição do eléctrico e do *trolley*, etc.
- _ Definição dos limites visuais e físicos, em ambas margens, mas deixando apontados *links* territoriais para os centros urbanos, aldeias e vilas e para pontos marcantes localizados nas encostas da Serra ou nos campos do Baixo Mondego.

⁹ Mais uma vez seguem-se as recomendações das “lições dos parques patrimoniais enunciadas por Joaquín Sabaté [9]. No caso do PPM aparecem: o cavalo, a bicicleta ou a pé, e recuperam-se tradicionais sistemas de transporte público - o carro americano, o eléctrico, o comboio, o trolley e a barca serrana.

¹⁰ Este trabalho foi iniciado por alunos dos estágios curriculares dos cursos de Turismo e Animação Socio-educativa da ESEC e de Eco-Turismo da ESAC; tomando-se como referência a Agenda Local XXI.

¹¹ Das associações locais ao comércio; dos serviços de hotelaria, à indústria e ao turismo rural; das escolas de hotelaria, de música, de línguas e às universidades; dos representantes dos ministérios do governo central nas áreas da cultura e do turismo às autarquias.

¹² Adaptando o método proposto por Kevin Lynch [10].

2.5. Breve descrição de dois dos principais roteiros

2.5.1. *Ciclovía das Descobertas – do Porto da Raiva à Figueira da Foz*

A Ciclovía, enquanto suporte físico de uma ideia cultural, assenta, tanto quanto possível, em infra-estruturas já existentes; reutiliza estradas, caminhos, carreiros e trilhos antigos, bem como antigos apeadeiros e armazéns que irão constituir pontos de apoio, distribuídos segundo um ritmo próprio, ao longo dos percursos. Como objectivos, (1) proporcionar actividades de lazer, desporto e cultura a realizar em família, em grupo ou individualmente, oferecendo percursos personalizáveis e para todos os ritmos, bem como (2) desenvolver um meio de transporte alternativo, capaz de assumir o papel de motor na dinamização da vasta rede de pontos de interesse existentes no PPM, e que contribua para a afirmação identitária das comunidades locais.

Como estratégia de desenho territorial (1) dotou-se a ciclovía de uma estrutura em anéis, permitindo ao velocipedista traçar o percurso de acordo com o seu ritmo. Esta característica muito particular, que transmite a ideia de enlaçar o património, de atar as culturas locais, procura motivar visitantes externos mas dirige-se, sobretudo, às populações locais, apelando à utilização da Ciclovía como outra forma de viver a sua região e o seu rio. Como acção principal para esta rota previu-se um sistema de informação-sinalização e um conjunto de comodidades básicas para os visitantes (WC, áreas de merenda, miradouros, etc.).

2.5.2. *Roteiro das Barcas*

Entre a Figueira da Foz e o Porto da Raiva, e até há poucas décadas, o rio era totalmente navegável, constituindo-se, pelo menos até à chegada do caminho-de-ferro, no início do século XX, como a principal infra-estrutura de transporte e como o grande meio de subsistência das populações locais.

Como objectivos, (1) revitalizar as localidades ribeirinhas do Mondego, contando a história do “rio trabalhador” - a qual coincide, em boa medida, com a história da Barca Serrana, do comércio fluvial, e de outras embarcações usadas para a pesca e para as deslocações - (2) e permitir a descoberta do património genuinamente ligado ao rio, nomeadamente as infra-estruturas hidráulicas e viárias – pontes, diques, açudes, cais, represas, noras, moinhos de água – bem como um conhecimento alargado sobre as embarcações como a barca serrana e a barca do

lavrador – génese, uso e processos de fabrico. A estratégia a adoptar passa pela (1) utilização de réplicas da barca serrana (usada no transporte de azeite, lenha e carqueja, peixe, sal e roupa) e do batel saleiro (usado nas salinas para transporte do sal) para passeios pedagógicos e turísticos - podendo ser utilizados, em troços que o justifiquem; motores ecológicos de reduzido porte¹³ ; (2) pela recriação anual de viagem da barca e do batel saleiro, tendo como intervenientes personagens populares – barqueiros, lavadeiras, aguadeiras, etc.; (3) pela promoção da participação das populações, desde o processo de recolha de informação sobre a história valores e tradições até à implementação do projecto; (4) e ainda pelo melhoramento dos espaços públicos e criação de acessos e pontos de vivência à beira rio: ancoradouros, cais de embarque, parques de merendas, praias fluviais, etc.

4. O papel protagonista do *website* e do Guia Inteligente

O *website*/portal tem como função disponibilizar aos visitantes informação sobre um conjunto de roteiros e pontos de interesse já predefinidos. Num futuro próximo, pretende-se que através deste se possa fazer *download* desta informação para um dispositivo móvel (PDA) juntamente com o *software* que permitirá o seu manuseamento. O objectivo é que o visitante/turista possa ser guiado através da região, acedendo aos conteúdos temáticos da zona em que se encontra.

Este novo conceito, de fusão entre turismo e tecnologia, permitirá potenciar o número de visitantes, contribuindo, de modo particular, para atrair visitantes mais jovens. Fazendo-se acompanhar de um PDA (ou equipamento semelhante), o turista poderá ser guiado pela região, seguindo a rota ou itinerário que escolheu e da qual fez *download* a partir do *website*. Ou poderá “perder-se” pela região sabendo que será sempre aconselhado sobre os pontos de interesse (POI's) existentes nas proximidades.

Essa informação pode então ser obtida pelo visitante ao deslocar-se a um dos postos de acolhimento de visitantes acordados com a PPM (localizados em cafés, postos de turismo ou de atendimento junto a monumentos, etc.) onde poderá

¹³ Em parceria com o Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Departamento de Electro-Mecânica estão a ser desenvolvidos motores para as embarcações e que utilizam energias renováveis.

ligar-se *on-line* a um servidor central de informação. Desta forma, o sistema ficará na posse da sua localização (fica também com a confirmação que esteve presente no local) e poderá disponibilizar-lhe conteúdos direccionados para a zona onde se encontra. A ideia chave é ter disponível um conjunto vasto de informação e constantemente actualizada e também conseguir que esta seja filtrada e sugerida aos turistas de uma forma “inteligente”, segundo as suas preferências, localização e períodos de estadia.

Indo mais longe, poderemos pensar na integração desta informação com os cada vez mais correntes sistemas de navegação por GPS, o que permitiria ao visitante ser literalmente conduzido até aos POI previamente carregados nesse sistema (novamente, disponibilizados no *website* para *download*). A interacção com os *softwares* de navegação por GPS pode também ser enriquecida com outras funcionalidades, como a disponibilização de informação extra (fotografia do local, história, contactos, etc.), ou a possibilidade de ir comunicando o trajecto efectuado para o servidor central de forma a obter, no final, o roteiro efectivamente realizado pelo turista-visitante.

Por último, o *website* poderá disponibilizar uma área reservada onde se possam arquivar e posteriormente consultar os roteiros efectuados e os POI's visitados.

5. O uso de Sistemas de Informação Geográfica num Parque Patrimonial

Segundo Longley e al. [11], os sistemas de informação geográfica (SIG) são uma classe especial de sistemas de informação que mantêm registo não só de acontecimentos, actividades e coisas, mas também de onde esses acontecimentos, actividades e coisas acontecem ou existem. Segundo este autor, o SIG é uma ferramenta para executar operações sobre dados geográficos que são demasiado monótonas, dispendiosas ou imprecisas, se executadas manualmente. Deste modo, o recurso a sistemas de informação geográfica, pode ser considerado uma excelente ferramenta para o projecto de parques patrimoniais e, supletivamente, para suporte à decisão no âmbito do planeamento do turismo; no quadro de um processo de ordenamento do território [12, 13 e 14]. Sendo uma tecnologia que apoia tanto a ciência como a resolução de problemas, os SIG servem-se tanto de conhecimentos gerais como específicos acerca da realidade geográfica [11], trabalhando com disciplinas como a cartografia, geografia, arquitectura, história e

o turismo. Adicionalmente, a resolução de alguns “problemas do turismo”, relativos a insuficiências do sector, como sejam a falta de conhecimento e de compreensão, pode efectivamente passar pelo recurso a SIG’s [13].

Uma das aplicações mais populares dos SIG na promoção turística é a produção de informação baseada em mapas turísticos para divulgação na internet e em quiosques multimédia. No entanto, nesta área, a aplicação de metodologias SIG pode ocorrer em sistemas mais complexos que envolvem, por exemplo, a modelação de fenómenos e simulação de cenários. Tal deve-se ao seu contributo para a tomada de decisão, acrescentando valor à informação, em resultado da sua capacidade para “identificar padrões ou relações baseadas em critérios particulares graças à sua exposição gráfica, manipulação de dados, análise espacial e funções de modelação” [14]. Apesar desta panóplia de aplicações de SIG em turismo, é frequente a opinião de que o potencial dos SIG para a gestão e planeamento do turismo não se encontra ainda devidamente explorado [13, 12 e 14]. Aliás, segundo Farsari [14], a maioria das aplicações existentes dizem respeito essencialmente a recreio e lazer e não propriamente ao turismo; como se comprova pelo reduzido número de aplicações em destinos de turismo de massas, os quais carecem de praticas conformes aos princípios de um turismo sustentável. Alertando-se aqui para o papel que os SIG podem ter no processo de mudança.

Na literatura consultada sobre aplicações de SIG, a conjugação entre desenvolvimento local e turismo cultural nem sempre é clara, sendo mais implícita que explícita. Mesmo nos casos em que a questão é colocada como central, a componente de aplicações de SIG passa a tema marginal, não apresentando o nível de pormenor objectivado para a presente análise.

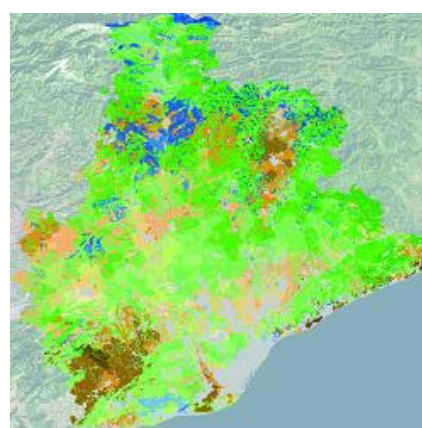
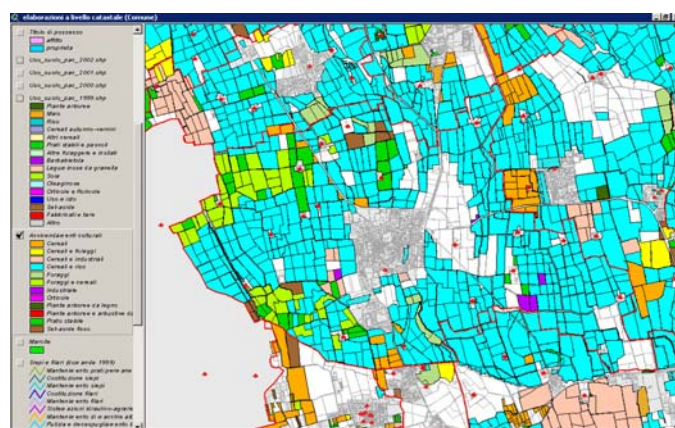
Nem todos os parques analisados¹⁴ já implementados possuem nas suas estruturas de divulgação a existência de SIG’s; para além de que a maioria destes possui apenas mapas estilizados dos mesmos (figura 1). De facto, poucos utilizaram metodologias SIG, tanto na sua génese como no seu desenvolvimento (quadro 1). Mesmo ao nível do objectivo de implementação destas metodologias – conhecimento do território, planeamento, gestão ou divulgação – verificamos que a construção de sistemas de informação, quer geográficos como territoriais, preconizaram na sua maioria o conhecimento da realidade.

¹⁴ A escolha destes parques deveu-se à existência de produção científica sobre os mesmos; possibilitando a adição de uma mais-valia à análise dos sites ao nível do utilizador por parte dos autores.

Parque	País	Tipo de Parque	Aplicação de metodologias SIG
Parco Agricolo Sud Milano	Itália	Agrário	Possui um Sistema de Informação Territorial; o qual foi utilizado para conhecimento da realidade e posterior planificação e gestão do parque (Zanichelli <i>et al.</i> , 2006).
Ecomusée de Creusot Montceau	França	Caminho de ferro	Não usa, tendo apenas um mapa estilizado do parque.
Ecopark Hartberg	Áustria	Industrial	Não usa, tendo apenas um mapa estilizado do parque.
Parq Agrari del Baix Llobregat	Espanha	Agrário	Possui uma aplicação SIG de uso supra-municipal nos concelhos que abarcam o limite do parque - SITxell (Territorial Information System of the open área network) (Antigas).
Arnold Arboretum of Harvard University	EUA	Ambiental	Desenvolveram uma base de dados com informações dos levantamentos de campo e no site encontra-se um mapa interactivo que permite aceder às fichas informativas dos vários elementos evidenciados no parque.
Parc Patrimonial de Wilno	Canadá	Fluvial	Não usa, tendo apenas um mapa estilizado do parque.
Envipark	Itália	Industrial	Não utiliza. Contudo, a utilização das mesmas foi já referenciada como essencial para agregação de conhecimentos; sendo uma das competências futuras que pretendem adquirir [15].
New Lanark World Heritage	Escócia	Agrário	Uso de metodologias SIG desde a proposta de implementação deste parque; tendo sido desenvolvido um projecto de Estudo da Estratégia Ambiental aplicada, que permitiu definir o território a proteger [16].
IronBridge Gorge Museum	Inglaterra	Industrial	Utilizam metodologias SIG na visualização e interpretação gráfica do projecto do parque; para além de promover investigação no domínio das paisagens arqueológicas com recurso a tecnologias SIG [17].
Internationale Bauausstellung Emscher Park	Alemanha	Industrial	Apenas foi criado um mapa para recolha de informação patrimonial e cultural, pretendendo envolver a população local.
Beamish Museum	Inglaterra	Cultural	Possui uma aplicação flash baseada num mapa estilizado a partir do qual é possível aceder às páginas relativas a cada um dos elementos presentes no Parque.

Lowell National Historical Park	EUA	Industrial	Não utiliza metodologias SIG nem possui mapas.
Parc Fluvial del Llobregat	Itália	Fluvial e Têxtil	Não utiliza metodologias SIG e possui mapa da região, demasiado pequeno para se absorver a sua informação.
Ajripoll	Espanha	Cultural	Possui uma aplicação websig baseada no site; a partir da qual o visitante pode conhecer pontos importantes e informações sobre equipamentos de apoio ao visitante ao longo do seu território.
Landschafts-park	Alemanha	Industrial	Não utiliza metodologias SIG; possuindo apenas uma aplicação flash num mapa estilizado.
Parco fluviale del Po	Itália	Fluvial	Possui um sistema de Gestão Territorial mas no site apenas se encontram um mapa geral do parque e de 3 sub-áreas
Miramichi Open River Eco-museum	Canadá	Fluvial / Cultural	Não utiliza metodologias SIG; possuindo apenas um mapa do parque com ligações a sites.
Hollandse Waterlijne	Holanda	Defesa	Possui um mapa estilizado; o qual encontra-se na janela de entrada do site deste parque.
Camino del Gaúcho	Argentina	Cultural	Não utiliza metodologias SIG; possuindo apenas um mapa do parque.

Quadro 1. Análise do uso de Metodologias SIG no conhecimento do território, planeamento, gestão ou divulgação de Parques Patrimoniais.



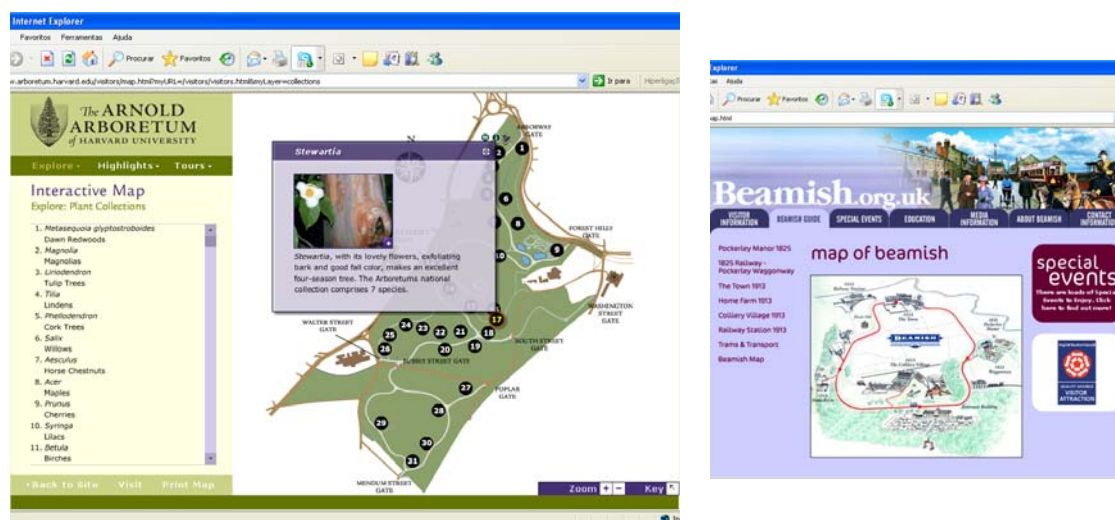


Figura 1. Exemplos de aplicação de metodologias SIG em Parques Patrimoniais (da esquerda para a direita e de cima para baixo: (1) Parco Agricolo Sud Milano; (2) Parq Agrari del Baix Llobregat; (3) Arnold Arboretum of Harvard University; e (4) Beamish Museum.

Fontes: sites dos quatro parques patrimoniais.

No geral verifica-se que os parques que aplicaram metodologias SIG fizeram-no desde o início do projecto. Verificou-se, por outro lado, que muitos parques patrimoniais que ainda não adoptaram ferramentas SIG's tencionam fazê-lo a breve trecho, conforme indicações que têm deixado em workshops científicos que organizam. Na literatura consultada não se encontraram referências claras sobre a finalidade da implementação dos SIG's; indicando sim novos caminhos por onde a aliança Parque Patrimonial – SIG deverá prosseguir.

5.1. SIG-PPM. Uma metodologia para a concepção, gestão e promoção de um parque patrimonial

O SIG-PPM (Sistema de Informação Geográfica do Parque Patrimonial do Mondego) classifica-se nos designados SIG's de planeamento turístico ao nível da protecção do ambiente, marketing turístico, fornecimento de informação na internet sobre destinos turísticos, simulação e modelação espaciais ou análise de impacto visual; envolvimento e participação da comunidade e suporte à decisão [14]. A ferramenta desenvolvida tem vindo a apoiar o projecto do parque nas suas várias fases, permitindo integrar a análise de elementos espaciais; como parte do processo de caracterização da situação existente e da tentativa de “equilibrar o território”, ou seja, planea-lo e geri-lo de acordo com os objectivos do projecto.

A sua construção foi realizada com recurso ao software ArcGIS 9.2 da ESRI, baseando-se em suportes cartográficos e fotográficos para definição dos elementos

constitutivos do parque: os recursos, centros de interpretação, portas de entrada, roteiro e os limites.

Ao nível da informação alfanumérica, a principal fonte foi a internet, principalmente ao nível de pesquisa aos sites camarários; procurando assim agregar num só de carácter inter-municipal, os projectos que cada um dos municípios já implementou ou pretende vir a implementar.

Se inicialmente se pretendia usar o SIG apenas como ferramenta útil à definição dos limites físicos, cedo se verificou o potencial desta metodologia em prol da divulgação do PPM. Para tal, alimentou-se já o SIG-PPM com recurso a fichas dos recursos patrimoniais; os quais estava disponíveis através do uso de hyperlinks a ficheiros externos. Posteriormente, foram seguidas duas abordagens distintas no modo de interacção com o utilizador: proporcionar o conhecimento do projecto através do ArcReader¹⁵ (SIG-PPM-ArcReader) ou por intermédio “my places” de leitura no Google Earth¹⁶ (PPM_GoogleEarth).

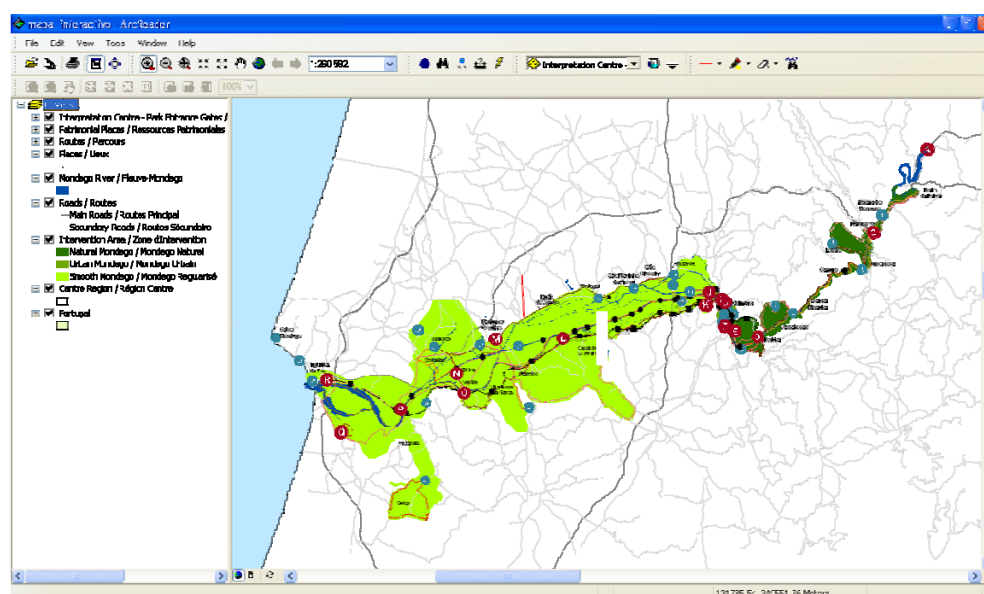


Figura 2. Projecto de visualização do SIG-PPM de leitura no ArcReader.

¹⁵ O ArcReader é um visualizador gratuito que permite distribuir o projecto através de CD a vários utilizadores; o qual apenas tem acesso a funções de visualização e pesquisa dos elementos geográficos e alfanuméricos (figura 2) [18].

¹⁶ O Google Earth, por outro lado, é a ferramenta mais poderosa para conhecimento do território; ao aliar a gratuidade e disponibilidade da internet com a modelação de imagens de satélite obtidas em diversas fontes e a disseminação de ficheiros específicos de determinado local por parte dos utilizadores através de sites e comunidades (figura 3) [19].

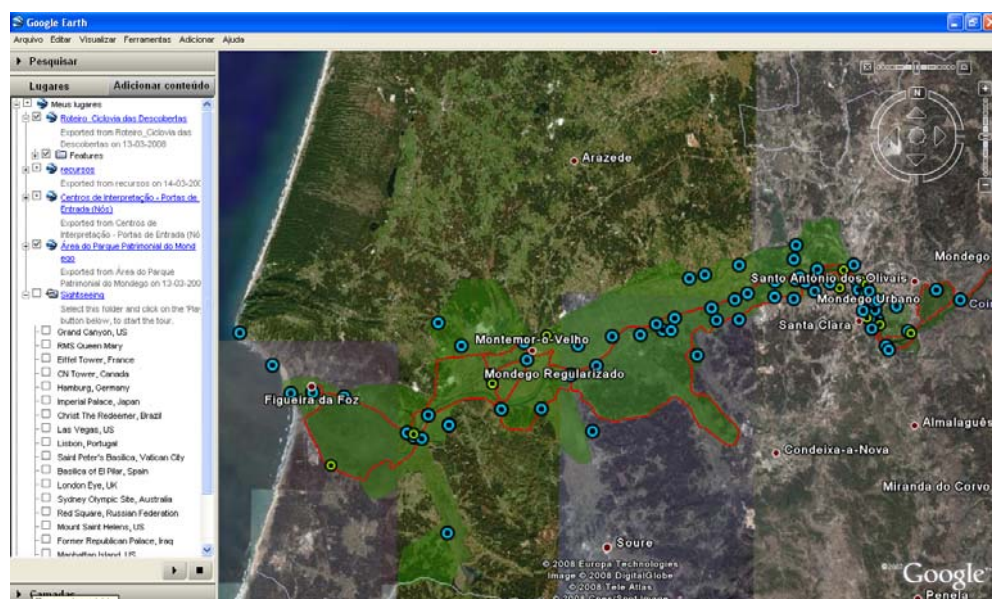


Figura 3. Parque Patrimonial do Mondego no Google Earth.

A primeira abordagem permite aceder de forma apenas visual aos dados do projecto e às fichas de cada um dos recursos patrimoniais sinalizados no mapa; a segunda permite visualizar os mesmos sobre fotografias de satélite recentes, como tal, mais correctas ao nível das alterações ao uso do solo (figura 4). Por outro lado, verifica-se que o acesso ao projecto através do ArcReader é bastante lento, pois este fica *pesado*, enquanto que os ficheiros do Google Earth não permitem aceder às fichas de interpretação dos elementos constituintes do PPM¹⁷.

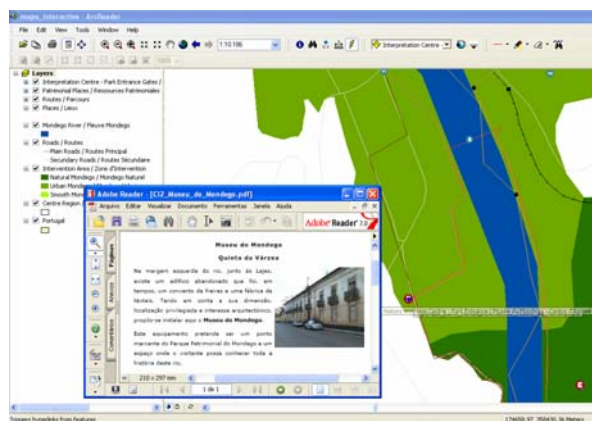


Figura 3. A leitura do Museu do Mondego segundo as duas abordagens: ArcReader (imagem da esquerda) e Google Earth (imagem da direita).

¹⁷ Com o uso do Google Earth Pro será possível ultrapassar esta questão. Contudo, neste momento, esta solução ainda não foi implementada.

Os suportes utilizados para criação quer do projecto quer dos ficheiros foram adquiridos junto da ESRI Portugal.

O CD-ROM que servirá de canal de divulgação, foi desenvolvido tendo por base mapas produzidos em formato pmf (Portable Map File), elaborados com o Software ArcGIS 9.2, nomeadamente através da sua extensão Publisher.

Os ficheiros PPM_GoogleEarth, distribuídos a partir do site ou através de email, foram criados com recurso a um script desenvolvido pelo Departamento de Planeamento da cidade de Portland e disponibilizado no site daquela empresa: Export Shp to Kml, versão 2.4.5¹⁸.

A escolha por duas abordagens distintas prende-se com a complementaridade possível e com o objectivo de chegar até mais utilizadores: os que tiverem conhecimentos de manuseamento de aplicações SIG podem usar SIG-PPM-ArcReader, os demais podem usar o (PPM_GoogleEarth).

Com ênfase nestas duas abordagens, o SIG-PPM foi norteado mais para a visualização/pesquisa e menos para a análise e cruzamento de dados díspares; tal como verificámos na análise de parques patrimoniais.

O SIG-PPM foi assim construído, num primeira etapa, com um duplo sentido: conhecer a realidade territorial e divulgá-la.

Numa segunda etapa equacionou-se o papel dos SIG's na estratégia de explorar as tecnologias móveis como instrumento de promoção dos produtos e serviços turísticos da região. Nesta nova abordagem, o SIG-PPM apoiará os sistemas de apoio ao visitante; servindo de compilador de toda a informação a fornecer aos visitantes.

O SIG disponibilizará ainda ao sítio web do Parque Patrimonial do Mondego e aos dispositivos móveis, informação geográfica de atracções, rotas e locais a visitar. Desta forma, o sítio web, como interface, poderá proporcionar aos turistas informação geográfica e ferramentas de apoio à tomada de decisão e planeamento de uma visita ao PPM. Assim, através do Guia Inteligente de Apoio ao Visitante (GIAV), irá permitir, por exemplo, optar por roteiros pré-definidos e estruturados para download para PDA's ou pelo próprio cálculo dinâmico de roteiros baseados nos temas, tipo de percursos e tempos indicados pelos turistas.

A integração da informação geográfica traduzida em POI's que possam ser exportados para sistemas GPS permitirá assim trazer uma nova dimensão às

¹⁸ <http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=14273>.

visitas ao PPM, criando uma experiência dinâmica, adaptada a cada momento à localização e preferências circunstanciais e mesmo evolutivas dos turistas. A integração com os sistemas GPS permitirá também, em sentido inverso, proporcionar informação sobre a localização efectiva dos turistas para que, através do SIG-PPM e do GIAV, se possam indicar pontos de interesse adicionais, informar sobre actividades de animação e cultura, sugerir locais de restauração e vida nocturna nas proximidades. Estas funcionalidades vão ao encontro das orientações definidas no Plano Estratégico Nacional de Turismo como potenciais serviços a disponibilizar aos turistas [4].

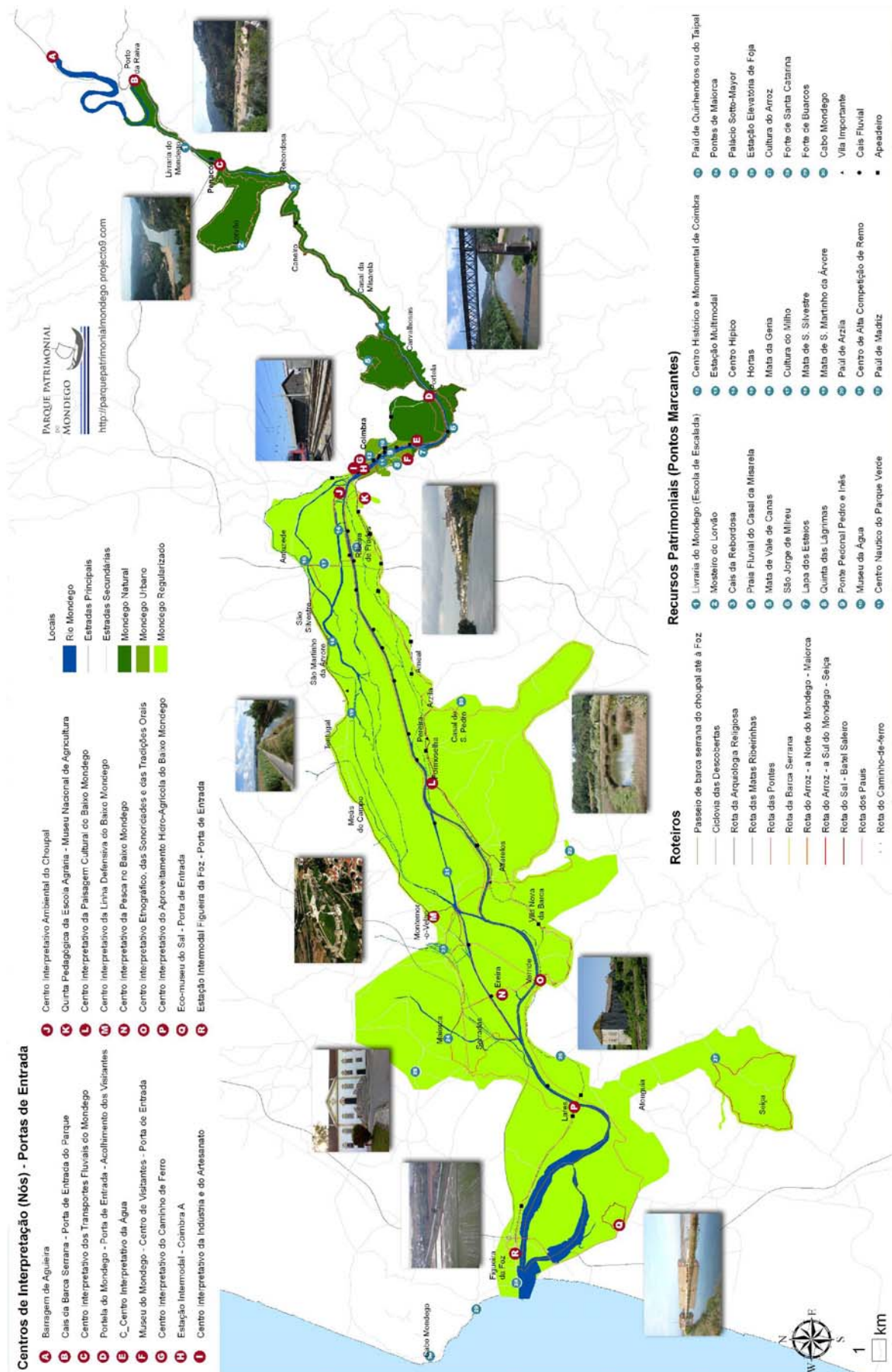
O papel do SIG-PPM será ainda alargado à área de planeamento e gestão, previstas para a fase de implementação deste parque. Para isso, será necessário estabelecer uma interdependência deste SIG com os vários SIG existentes nas câmaras da região através de uma mesma plataforma baseada na web; sendo ideal que aquele seja alimentado por estes e que os técnicos camarários utilizem esta ferramenta intermunicipal de forma integrada.

Deste modo, problemas derivados da visão estritamente municipal dos projectos – o que acontece frequentemente com a construção de equipamentos colectivos e com a divulgação turística, agenda e calendarização de eventos - passariam a estar sobre o prisma de uma visão intermunicipal, o que só traria vantagens quer para os Municípios no seu conjunto quer para a gestão do parque patrimonial.

Bibliografia:

- [1] Sauer, C. (1925). “The morphology of landscape”; in. *Geography* 2: 19-54; University of California Publications. Tradução livre dos autores, a partir da tradução do original feita em "La morfología del paisaje." por Guillermo Castro H.e disponível no sítio web <http://www.colorado.edu/geography/giw/sauer-co/sauer-co.html>.
- [2] Casas, P. V. (1999) *De colònies tèxtils a parc fluvial*. Associació / Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya, Barcelona,. Colección Cultura.
- [3] Casas, P. V. (2004) “La recuperación del paisaje cultural como un proceso abierto: el caso del Parque Fluvial Colonias del Llobregat”; in *CIUDAD Y TERRITORIO Estudios Territoriales*, XXXVI (140).
- [4] Ministério da Economia e da Inovação (2006) Plano Estratégico Nacional de Turismo Disponível em <http://www.portugal.gov.pt/NR/rdonlyres/75BB51B4-25DD-408D-A06F-214C54BC38E8/0/PENT.pdf> (acedido a 20 de Abril de 2008).
- [5] Deloitte (2007) Plano Estratégico de Coimbra. Enquadramento geo-estratégico; Câmara Municipal de Coimbra, pp. 38. Disponível em http://www.cm-coimbra.pt/ficheiros/800_urbanismo/PEPU_1fase/03-Enquad.Geo-Estrat.pdf (acedido a 20 de Abril de 2008).

- [6] Rooijakkers, G. (1999) "Identity Factory Southeast -Towards a flexible cultural leisure infrastructure"; in *Esitelmä Jyväskylässä* 8.4.1999. Disponível no sítio <http://www.finnica.fi/seminaari/99/luennot/rooijakk.htm> (acedido a 19 de Abril de 2008).
- [7] Lista, A. & Sabaté Bel, J. (eds.) (2001). *Projectant l'Eix del Llobregat : paisatge cultural i desenvolupament regional- Designing the Llobregat Corridor,: cultural landscape and regional development*, Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya; Massachusetts Institute of Technology.
- [8] Bustamante, L. P. & Ponce, C. P. (2004), "Paisajes Culturales: el parque patrimonial como instrumento de revalorización y revitalización del Territorio"; in *Theoria*, Vol. 13: 9-24.
- [9] Sabaté Bel, J. (2004) "De la preservación del patrimonio a la ordenación del paisaje"; in *Ambiente Digital*, 98. Disponível em <http://www.revista-ambiente.com.ar/imagenes/99/Joaqu%EDn%20Sabat%E9.pdf> (acedido em 19 de Abril de 2008).
- [10] Lynch, K. (1960) *The Image of City*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- [11] Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D. & Rhind, D. (2005). *Geographic Information Systems and Science* (2ª ed.). West Sussex: Wiley.
- [12] Giles, W. (2003). "GIS applications in tourism planning"; in *GIS Seminar*, College of New Caledonia, Canada.
- [13] Bahaire, T. & Elliott-White, M. (1999). "The application of geographical information systems (GIS) in sustainable tourism planning: a review"; in *Journal of Sustainable Tourism*, 7(2), 159-174. Disponível em www.multilingual-matters.net/jost/007/0159/jost0070159.pdf (acedido a 18 de Abril de 2008)
- [14] Farsari, Y. (2003). "GIS-based support for sustainable tourism planning and policy making"; in *Proceeding of the International Leisure and Tourism Symposium*, ESADE, Barcelona, 1-17. Disponível em www.iacm.forth.gr/regional/papers/Barcelona.pdf (acedido a 18 de Abril de 2008).
- [15] Filippi, F. & Caltabiano, I (2004) *Exemples of SBE training and curriculum in EU. An Italian experience*. in Be'sharp; 14 de Outubro, Mumbai.
- 59.92.116.99/website/Besharp/be_sharp_conference/SBE-Curriculum-Trainings-EU-Irene-Francesca-Torino.ppt (acedido a 10 de Abril de 2008).
- [16] ENTR Planning and building Standards (2006). *Appendix 8 – Proposal Assessment Methodology*. South Lanarkshire Council. Disponível em www.southlanarkshire.gov.uk/portal/page/portal/19F7502446BEF31CE040270A0CFE5B5F (acedido a 10 de Abril de 2008).
- [17] Blockley, M. (1999) "Developing a Management Plan for the Ironbridge Gorge World Heritage Site. In *Archeology and the National Park Idea: Challenges for Management and Interpretation*; Vol.16 (4); pp. 107 - 120.
- [18] Osório, M. & Salgado, T. (2007) "Um Sistema de Informação Geográfica aplicado na Arqueologia no Município do Sabugal". In *Praxis Archeologica – Revista electrónica de Teoria, Metodologia e Política da Arqueologia*; Vol. 2.
- [19] Gonçalves, A.; André, I.; Azevedo, T. & Gama, V. (2007) "Analisando o Uso de Imagens do "Google Earth" e de Mapas no Ensino de Geografia". In *Ar@Cne - Revista Electrónica de Recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales*; U.Barcelona; Nº 97, 1 de Junho, 2007.
- Nota:** na página seguinte apresenta-se o mapa do Projecto do PPM



O cadastro na região transfronteiriça Alentejo- Extremadura - Estado da Arte

MACHADO, Vanda¹; FERNÁNDEZ, Ignacio²; BATISTA, Teresa³; SOLANA, Maria Ángeles²; VELASCO, Amalia⁴

1 – Instituto Geográfico Português / DRAgentejo, Beja, Portugal: vmachado@igeo.pt

2 – Gerencia Regional del Catastro en Extremadura, Espanha: urbana@extremadura.catastro.meh.es

3 – Associação de Municípios do Distrito de Évora, Portugal: tbatista@amde.pt

4 – Dirección General del Catastro / Ministerio de Economía y Hacienda, Espanha: amalia.velasco@catastro.meh.es

PALAVRAS CHAVE: Cadastro, Cadastro rústico, Cadastro urbano, Cooperação transfronteiriça

RESUMO

O conhecimento das realidades cadastrais de cada um dos lados da fronteira, Portugal-Espanha, surge como primeiro objectivo a concretizar para que se possa equacionar a realização de qualquer projecto transfronteiriço, na área do cadastro.

O OTALEX é o Observatório Territorial e Ambiental da zona Alentejo-Extremadura e define-se como um sistema de monitorização e análise do território:

<http://62.175.255.23:8080/GeoportalOtalex/cargaGeoportal.do>

É convicção de todos os parceiros envolvidos neste projecto de cooperação transfronteiriça que o aporte da informação cadastral é uma mais valia no conhecimento do território. Veja-se o papel que o cadastro poderá desempenhar nas políticas ambientais da União Europeia, nomeadamente na directiva sobre a protecção de solos.

O presente artigo insere-se neste contexto e com este simples propósito: conhecer o cadastro que existe em Portugal e em Espanha, particularmente nas regiões em estudo, Alentejo e Extremadura, como existe e para que existe. Ou seja, pretende-se inventariar as situações cadastrais actuais de modo a constituir uma base de trabalho para o futuro.

Deste modo, serão apresentados os sistemas de cadastro em vigor em Portugal e em Espanha. O enfoque será, obviamente dado às já referidas regiões. Concretamente, no Alentejo será apresentado o denominado cadastro geométrico da propriedade rústica mantido pelo Instituto Geográfico Português, organismo pertencente ao Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, os trabalhos de informatização feitos nesta área, que são os mesmos nas zonas do País onde existe este tipo de cadastro e o que se prevê ocorrer, em termos de cadastro, num futuro breve enquanto que na Extremadura serão apresentados tanto o cadastro rústico como o cadastro urbano bem como a sua actual transformação no Modelo Unificado de Cadastro (MUC) que integra ambos estando estes trabalhos em consonância com o que se faz, na generalidade, em toda a Espanha, de acordo com as normas da Direcção Geral de Cadastro do Ministério da Economia e Fazenda.

Finalmente, perspectivar-se-ão desenvolvimentos futuros que passam pela possível adopção de uma terminologia comum garante de uma eficaz comunicação e uma eventual harmonização de dados.

INTRODUÇÃO

Este ponto de situação das realidades cadastrais de ambos os lados da fronteira Portugal-Espanha surgiu como uma necessidade e como uma base de partida para o desenvolvimento dos trabalhos futuros que se prevêem e desejam no âmbito do projecto OTALEX II.

No entanto, há que enfatizar que a consciencialização desta necessidade aparece na sequência de conversações e reuniões várias em que as instituições de ambos os países têm participado resultando numa colaboração directa e no intercâmbio de experiências. Veja-se para tal o exemplo concretizado do projecto GeoALEX (Modelo Geográfico para a Gestão Ambiental e Territorial do Espaço Transfronteiriço Alentejo – Extremadura) que teve apresentação pública dos resultados em Dezembro de 2006.

Este Projecto, à semelhança do actual teve como parceiros o Instituto Geográfico Português, a Associação de Municípios do Distrito de Évora, a Associação de Municípios do Norte Alentejano, a Comissão de Coordenação de Desenvolvimento Regional do Alentejo, a Junta de Extremadura, o Centro Nacional de Información

Geográfica, a Gerência Regional del Catastro en Extremadura e a Diputación Provincial de Badajoz.

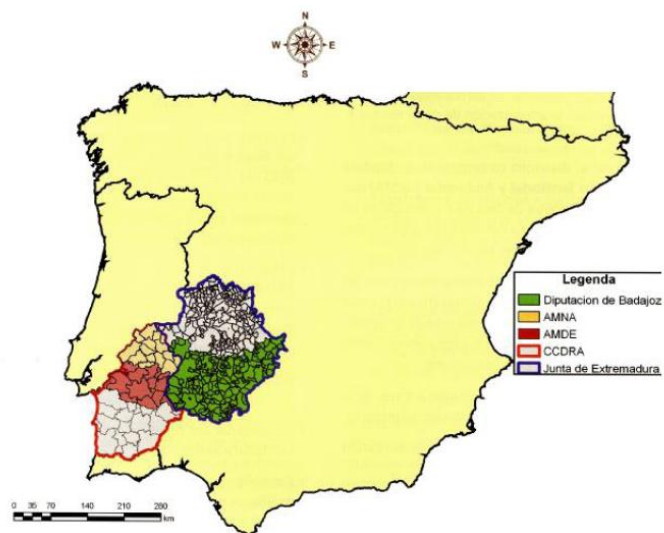


Fig. 1 – Área do projecto

O CADASTRO EM PORTUGAL

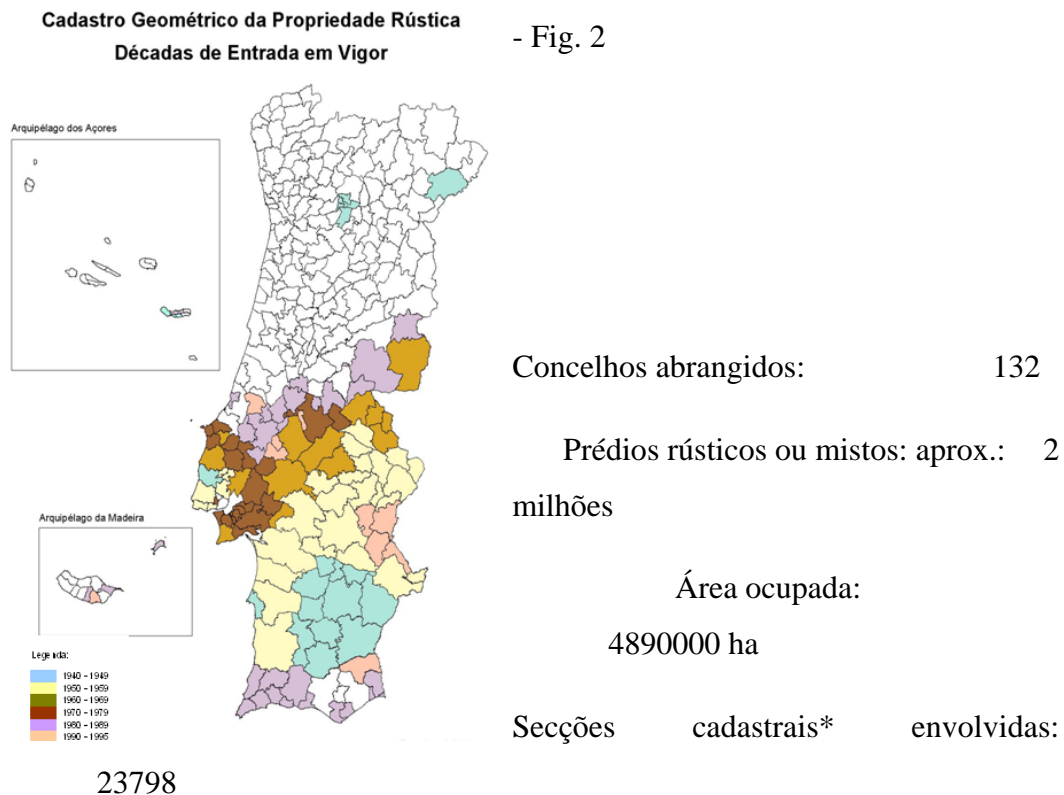
A partir de 1926, ao longo de várias décadas, o Instituto Geográfico Cadastral (antecessor do actual IGP) procedeu à execução do denominado cadastro geométrico da propriedade rústica. Geométrico por contraposição ao existente até aí, meramente descritivo e da propriedade rústica por apenas inventariar este tipo

de prédios. Não se pode dissociar deste aspecto, o contexto social de Portugal à época, isto é, eminentemente rural.

Deste modo, chegou-se a uma cobertura cadastral, com uma representação cartográfica, do território português em cerca de 40% a 50%. Estes trabalhos decorreram até à data de entrada em vigor do Regulamento do Cadastro Predial em 1995 (que prevê o levantamento de todos os prédios existentes quer sejam estes rústicos ou urbanos).

Este cadastro geométrico da propriedade rústica foi elaborado por forma a cumprir com objectivos tributários, ou seja, apresentava uma finalidade essencialmente fiscal, de acordo com o sucessivo enquadramento legal em vigor, nomeadamente, o Código da Contribuição Predial de 1913, o Código da Contribuição Predial e do Imposto sobre a Indústria Agrícola de 1963 e o Código da Contribuição Autárquica de 1988.

Apresenta-se cartograma e situação actual do cadastro geométrico da propriedade rústica:



Escalas utilizadas: 1/500 a 1/5000

ortofotomapa

Fig. 6 – Ficha do prédio suprimido (o antigo prédio 212 integrou, na sua totalidade, a área urbana)

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CADASTRAL

FICHA DE PRÉDIO SUPRIMIDO

Conc. Barrancos

Freg. Barrancos

Local ou nome do prédio Cascaes

Propriedade (a) Passou na totalidade a urbano

Secção U

N.º do Prédio 212

Perç. 1/88

I.º 1/88

Matr. 152

Mod. Cad. 24

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CADASTRAL

Conc. Barrancos

Freg. Barrancos

Local ou nome do prédio Cascaes

Propriedade (a) Passou na totalidade a urbano

Secção U

N.º do Prédio 212

Perç. 1/88

I.º 1/88

Matr. 152

Mod. Cad. 24

Fig. 7 – Ficha do prédio 215

Nota: a identificação do proprietário ou dos factos com ele relacionados são de carácter individual e como tal deverão ser protegidos de acordo com o previsto na lei para a protecção de dados individuais.

O IGP é a entidade responsável pela conservação deste cadastro geométrico da propriedade rústica apoiando-se na legislação em vigor, nomeadamente no Código do Imposto Municipal sobre Imóveis de 2003.

Uma vez que os prédios rústicos e mistos situados numa área em regime de cadastro se manterão em vigor até que a referida área seja objecto de uma operação de renovação cadastral (que a acontecer terá que se reger pelo actual enquadramento jurídico), a actualização é feita pontualmente sempre que os proprietários tenham urgência em resolver os processos de reclamação administrativa (processos de actualização individual dos dados que caracterizam e identificam cada um dos prédios rústicos existentes numa determinada área geográfica, organizados nos competentes Serviços de Finanças) e desde que estes assegurem os correspondentes custos.

A conservação a que nos referimos anteriormente tem sempre expressão em termos analógicos pois é neste formato que são entregues aos Serviços de Finanças, os elementos cadastrais resultantes das alterações efectuadas.

É nesta sequência que os Serviços de Finanças mantêm a Matriz Predial (registo do qual consta, designadamente: a caracterização dos prédios e o seu valor patrimonial tributário; a sua localização; a identidade dos proprietários e sendo caso disso, dos usufrutuários ou superficiários).

No entanto, as possibilidades técnicas actualmente ao dispor do comum dos utilizadores e entidades abriram o caminho a uma nova fase deste cadastro – o da sua informatização.

O projecto de Informatização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica em que se procede à conversão analógico-digital dos elementos gráficos (secções cadastrais) e alfanuméricos (fichas de prédio) que o compõem decorre desde 2001, tendo sido impulsionado em 2003 com o estabelecimento de vários protocolos de colaboração entre Associações de Municípios e o IGP para a realização e concretização do projecto em tempo útil. É neste contexto que os primeiros resultados começam a aparecer em 2006 (ver comunicação sobre o Projecto da Informatização dentro deste mesmo encontro).

Uma das vantagens mais drásticas em termos de gestão de informação que a informatização traz é o facto desta informação vectorial e alfanumérica poder vir a integrar um sistema de informação do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica e dessa gestão passar a ser efectuada de modo electrónico com todas as virtudes que lhe estão inerentes.

Ao falar em sistema de informação chegámos pois à realidade dos dias de hoje e à implementação do Sistema Nacional de Exploração e Gestão de Informação Cadastral (SiNErGIC). Será certamente um desafio incontornável avaliar e otimizar o modo como se poderá integrar e articular a informação proveniente do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica num sistema mais amplo em que o território a cadastrar pretende ser todo o território nacional. Território que se apresenta, por sua vez, de um modo contínuo, sem divisões entre rústico e urbano com uma realidade física permanentemente em mudança implicando que este seja um sistema necessariamente robusto e dinâmico de modo a espelhar fielmente essa realidade que reproduz.

O projecto SiNErGIC, coordenado pelo IGP, foi criado através da Resolução do Conselho de Ministros nº 45/2006, de 4 de Maio e tem como principal objectivo viabilizar a existência de cadastro predial em Portugal, enquanto conjunto de dados exaustivo, metódico e actualizado, caracterizador e identificador das propriedades existentes no território nacional, constituindo-se como uma

ferramenta indispensável para as políticas de ordenamento do território, ambiente, económicas (em particular a agrícola e a florestal), fiscal e de obras públicas.

A definição dos princípios gerais e conceptuais do SINERGIC assegurando a interoperabilidade e transversalidade do sistema, do regime da execução do cadastro e da produção e difusão da informação cadastral, com vista à simplificação dos respectivos procedimentos e maior eficácia do processo de produção do cadastro multifuncional tem visibilidade legislativa no Decreto-Lei nº 224/2007, de 31 de Maio. Esta medida foi inscrita no SIMPLEX—Programa de Simplificação Administrativa e Legislativa.

Em virtude deste ser um projecto a nível nacional com um prazo estimado de execução de 15 anos, foram definidas prioridades e respectivas zonas de acção:

Tabela 1 – Prioridades - Tipificação das freguesias

Tipo	Nº de Freguesias	Descrição
I	3	Freguesias abrangidas pelos projectos piloto
II	35	Freguesias classificadas, pela DGRF, como “Prioridade
III	91	Freguesias classificadas, pela DGRF, como “Prioridade
IV	112	Freguesias classificadas, pela DGRF, como “Prioridade
V	168	Freguesias do litoral
VI	43	Freguesias onde ocorreram operações de execução de cadastro geométrico da propriedade rústica mas que
VII	4	Freguesias do Concelho de Tavira
VIII	25	Freguesias onde ocorreram operações de execução de cadastro predial mas que não entraram em vigor
IX	47	Freguesias onde vigora o regime do cadastro geométrico da propriedade rústica, mas a má qualidade da informação cadastral não permite que a mesma seja
X	2710	Freguesias onde não vigora o regime de cadastro geométrico da propriedade rústica
XI	812	Freguesias onde vigora o regime de cadastro geométrico da propriedade rústica

Tabela 2 – Prioridades - Definição do Plano de Acção

Prioridade	Descrição
1 ^a	Tipo II
2 ^a	Tipo III
3 ^a	Tipo IV e Tipo V
4 ^a	Tipo VI, garantindo, sempre que possível, uma progressão territorial contínua
...	

PONTO DA SITUAÇÃO DO CADASTRO PORTUGUÊS NA REGIÃO ALENTEJO

Como se verificou anteriormente, a região Alentejo inserida no Projecto OTALEX está toda ela coberta pelo Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica e abrange três Distritos na sua totalidade, Portalegre, Évora e Beja bem como parte de um outro nos Concelhos de Sines, Santiago do Cacém, Grândola e Alcácer do Sal do Distrito de Setúbal.

Fig. 8 – Região OTALEX em Portugal
Portugal 47 Concelhos

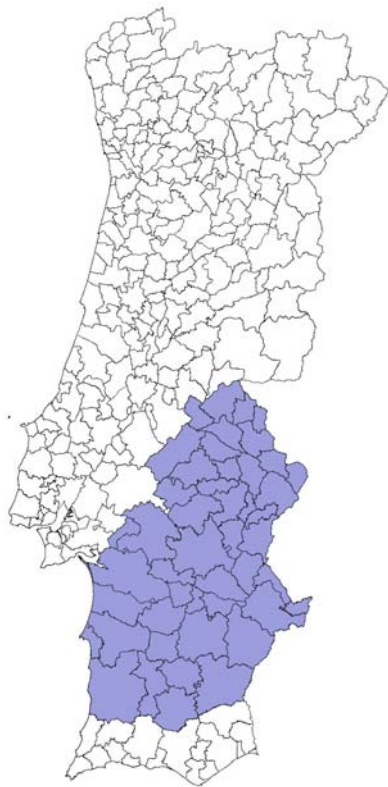
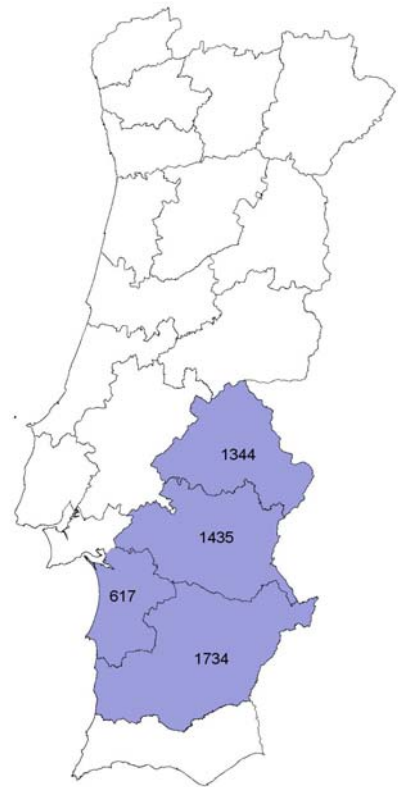


Fig. 9 - Região OTALEX em
5130 secções



cadastrais à escala 1/5000

Esta é uma região em que predomina o grande latifúndio e por este motivo, todas as secções cadastrais envolvidas se apresentam a uma escala 1/5000.

E é exactamente neste problema de escala que começam alguns dos problemas que se colocam ao cadastro e à utilização que dele se pretende efectuar. Existem efectivamente algumas precauções que deverão ser tomadas em conta na informatização da informação proveniente das secções cadastrais uma vez que todo este cadastro foi executado tendo como finalidade a sua representação em papel em determinada escala. Ao falar em escala, está definido implicitamente uma precisão do levantamento topográfico de origem. Deste modo, a informação digital assim obtida não se pode dissociar da precisão do levantamento cadastral inicial.

Outro dos factores a considerar, ao integrar esta informação num sistema de informação, é o estado de conservação das secções cadastrais que apresentam muitas delas deformações e alguma deterioração vindo tais factos a reflectir-se na georreferenciação das mesmas e consequentemente, de novo, na precisão dessa informação.

Assim, a informação em formato digital resultante da informatização será sempre uma imprescindível base de partida no momento da sua integração num sistema de informação pois representa uma realidade cadastral que apesar de não estar totalmente actualizada não deixa de ser uma mais valia por comparação com áreas em que não exista qualquer informação sobre a estrutura fundiária. No entanto, haverá que avaliar a sua precisão posicional e a necessidade de actualização desta informação com nova recolha de dados de modo a que esta seja fiável e reflecta a realidade no momento da sua execução. Este processo, por sua vez, nunca poderá

ser estático e a sua permanente manutenção e actualização será sempre uma constante.

Feito este preâmbulo relativo à qualidade da informação, analisemos o ponto de situação da informatização na região Alentejo. Como já se referiu, este projecto tem sido desenvolvido através de protocolos estabelecidos com entidades locais.

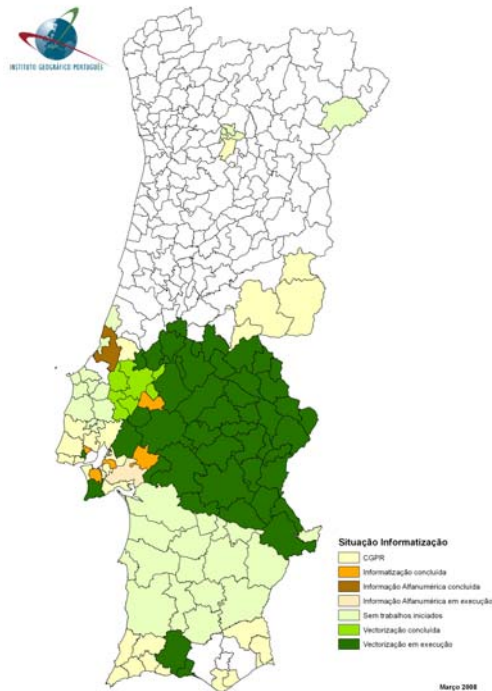


Fig. 10 – Estado de execução da informatização do cadastro geométrico

da propriedade rústica

Vejamos alguns exemplos de cartografia cadastral em formato digital obtida de acordo com as especificações técnicas definidas pelo IGP para este efeito.

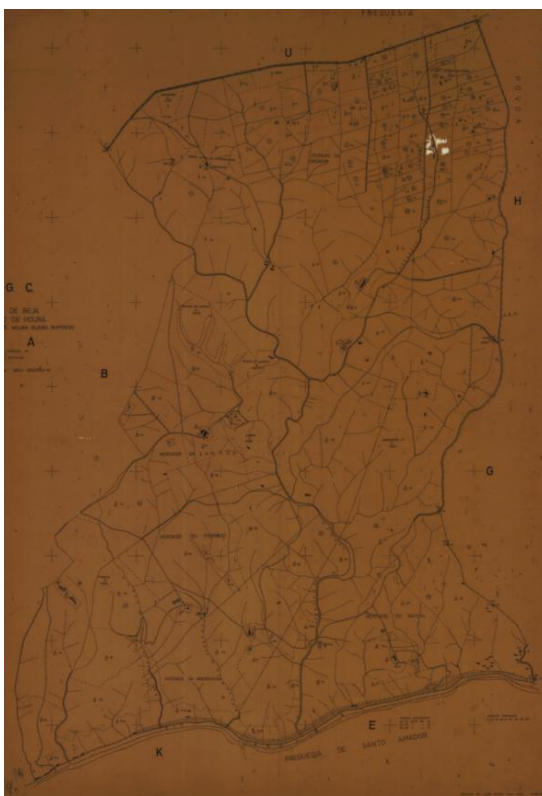
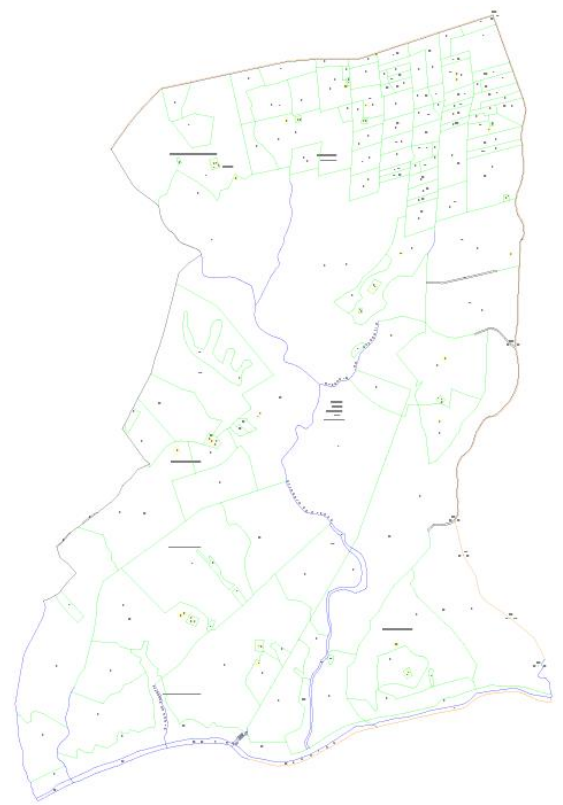


Fig. 11

—
Secção
A da



Freguesia de Sobral da Adiça
secção
do Concelho de Moura
na Fig. 11

Fig. 12 – Vectorização da
representada

Fig. 13 – Detalhe da secção representada na Fig. 11

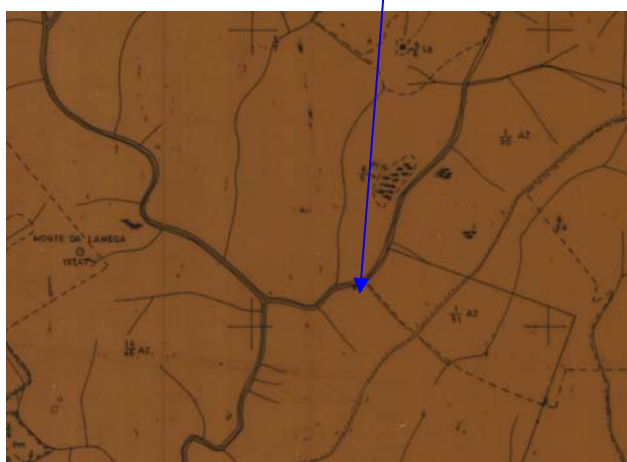


Fig. 14 – Detalhe da
vectorização da secção



representada na Fig. 12

Nota: As secções cadastrais em formato *raster* apresentadas podem ser consultadas em:

http://www.igeo.pt/servicos/cic/cad_seccoes.asp

No caso do Distrito de Évora, a AMDE procedeu à informatização dos elementos cadastrais, gráficos e alfanuméricos resultantes das operações de cadastro geométrico da propriedade rústica dos concelhos integrantes.

O trabalho realizou-se em três etapas:

1. Vectorização dos limites dos prédios, através dos *rasters* das secções cadastrais georreferenciadas fornecidos pelo IGP;
2. Rasterização das cadernetas prediais nas instalações do IGP em Beja;
3. Digitação da informação das cadernetas prediais para a base de dados fornecida pelo IGP.

Este processo decorreu entre 2004 e 2008, estando neste momento vectorizados todos os municípios associados da AMDE, integrando cerca de 34000 prédios e 1320 secções cadastrais.

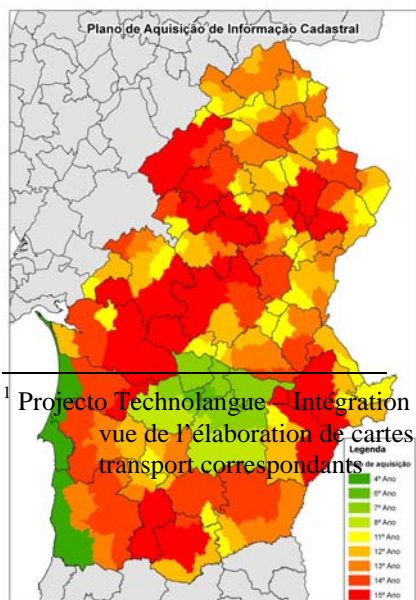
A AMDE apenas vectorizou, nesta fase, os limites dos prédios, não tendo recolhido toda a informação constante nas secções cadastrais tal como previsto nas especificações técnicas. A vantagem inerente a esta decisão foi obviamente uma agilização do processo tendo reduzido o tempo da sua execução.

Este trabalho foi realizado no âmbito de projectos de cooperação transfronteiriça e transnacional como foram o caso dos projectos Technolangu¹ - , desenvolvido entre, GeoALEX e OTALEX.

Anteriormente, mencionou-se a futura implementação do projecto SINERGIC em

todo o território nacional. Vejamos quais as previsões para a região Alentejo.

Fig. 15 – Plano de acção para a região Alentejo, de acordo com as prioridades do projecto SINERGIC



¹ Projecto Technolangu – Intégration entre les languages de la planification et de l’information en vue de l’élaboration de cartes interactives d’espaces Medocc-Meda et des systèmes de transport correspondants

Como se pode verificar pela imagem, para os Distritos da região, apenas a partir do quarto ano de intervenção, se começará a executar cadastro no âmbito do projecto SINERGIC e a prioridade nesse ano será para as zonas do litoral em consonância com o que foi apresentado nas Tabelas 1 e 2.

O CADASTRO EM ESPANHA

O Cadastro em Espanha (denominado Cadastro Parcelário) é uma instituição cuja função primordial é descrever e registar alfanumérica e graficamente as várias classes de imóveis urbanos, rústicos ou de características especiais como auto-estradas ou albufeiras, nas suas diferentes utilizações e aplicações.

A missão fundamental pela qual se orienta a política cadastral espanhola é gerir o cadastro imobiliário, desenvolvendo as componentes da sua execução e manutenção, assim como garantir a difusão da informação cadastral de modo a converter os serviços prestados em instrumento útil tanto para as políticas fiscais como urbanísticas e sociais.

A legislação define o Cadastro como um registo administrativo, dependente do Ministério da Economia e Fazenda, em que se descrevem os bens imóveis, cujo território de aplicação é toda a nação espanhola, sem prejuízo dos regimes forais específicos do País Basco e Navarra.

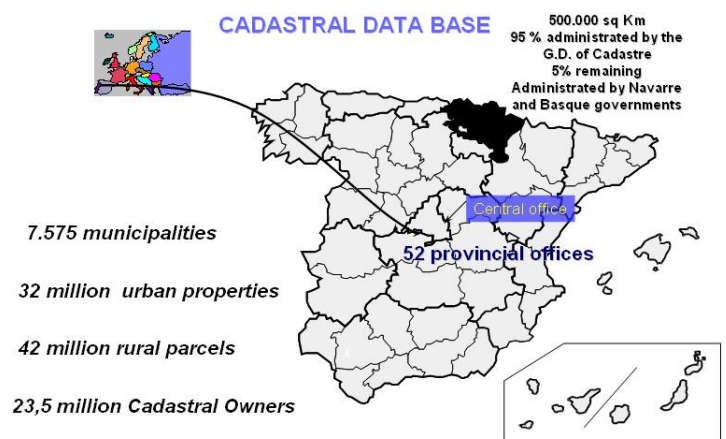
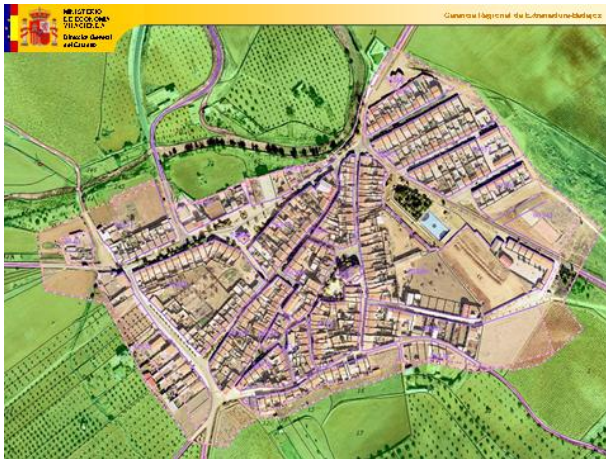


Fig. – 16 – Caracterização cadastral

de Espanha



Este registo administrativo coloca à disposição das instituições públicas e dos cidadãos a informação de que dispõe sobre o território com a única limitação imposta pela Lei de Protecção de Dados de Carácter Pessoal.

Fig. 17 – Visualização de um

perímetro urbano

A descrição cadastral dos bens imóveis compreende um conjunto de dados, de carácter físico (Referência ou número cadastral, área, situação e configuração de extremas, representação gráfica do polígono, quarteirão urbano, prédio e parcela, ano de construção, qualidade do edificado, uso ou classe de cultura), outros de carácter jurídico, (dados pessoais do titular, regime de bonificações, documentos) e outros de conteúdo económico (valores do solo, das classes de cultura, da construção, valor cadastral). Inclui ainda a cartografia em formato digital nas escalas 1/5000 e 1/1000, plantas dos edifícios nas escalas de 1/100 a 1/300, assim como ortofotocartografia obtida com recurso a tecnologias de última geração (como LIDAR) e fotografias da fachada dos edifícios.



- Fig. 18

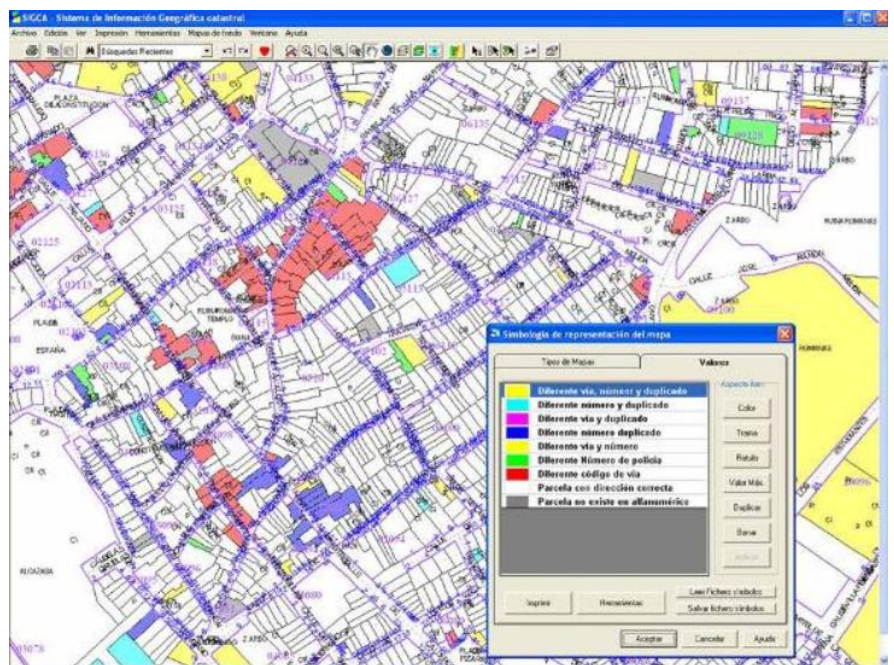


Fig. 19 -



- Fig.
20

Todo este conjunto de datos está integrado num robusto Sistema de Informação Geográfico Cadastral (SIGCA) onde os dados implementados nas bases alfanuméricas se relacionam com as suas representações gráficas nas bases de dados cartográficas através de um identificador único e biunívoco para cada imóvel, a chamada Referência Cadastral –



RC, de 20 dígitos (na terminologia portuguesa, Número de Identificação Predial - NIP).

Fig. 21 – SIGCA

A componente cartográfica constitui uma parte essencial das bases de dados cadastrais. Se a necessidade de recolher impostos e custear a elaboração da mesma promoveu, desde há quase três séculos, um modelo de cadastro literal com um objectivo eminentemente fiscal, a situação foi-se transformando consoante os avanços tecnológicos assim o permitiram e toda a instituição passou a contar com a colaboração de técnicos cada vez mais capacitados para dirigir e coordenar os trabalhos, realizados na sua maior parte por empresas especializadas. Porém, só no início da década de sessenta do século passado se dispôs finalmente de uma cartografia cadastral completa do território nacional que, embora não sendo uniforme, traduziu-se num êxito de indiscutível importância.

Quase três décadas depois, a Lei 7/1986 de Regulamentação da Cartografia classificou a cartografia de Espanha em básica, temática e derivada e distribuiu as competências da sua execução e actualização por escalas, organismos e administrações de modo a evitar duplicações de esforços e gastos desnecessários. Neste contexto, definiu-se a cartografia cadastral como sendo documentação gráfica que identifica, entre outras características que se consideram relevantes, a forma, a dimensão e situação dos diferentes prédios ou propriedades que se integrem em território nacional, qualquer que seja o uso ou actividade a que se dediquem, constituindo no seu conjunto, o suporte gráfico do Cadastro. Tal definição revelou-se um passo decisivo para garantir a independência do Cadastro face a outras instituições bem como permitiu dotá-lo das capacidades técnicas, normativas e de contratação suficientes que permitem abordar o projecto cadastral tal como o entendemos hoje em dia.

Graças ao que se acabou de descrever, a totalidade dos municípios conseguiu, por um lado, dispor de cartografia cadastral em formato digital, e por outro, que esta fosse colocada à disposição de qualquer pessoa com acesso à Internet através do portal da Oficina Virtual de Cadastro (OVC):

<http://ovc.catastro.meh.es/>

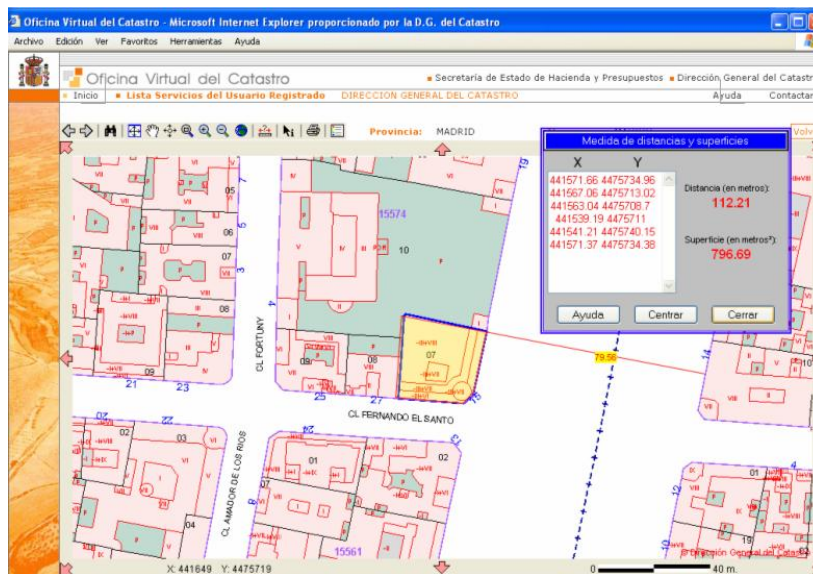


Fig. 22 –
página da OVC

As linhas

gerais deste projecto foram:

1. - A execução de cartografia cadastral digital rústica e urbana;
2. - O estabelecimento de protocolos de colaboração para a actualização da mesma, seja para a sua utilização com fins fiscais, urbanísticos e sociais seja para carregar e manter as bases de dados cartográfico-cadastrais com informação proveniente dos organismos colaboradores, como por exemplo, os planeamentos urbanísticos ou ortofotocartografia;
3. A gestão da cartografia cadastral através do SIGCA (o que permite o seu acesso e a sua actualização, assim como o cruzamento dos dados alfanuméricos e cartográficos de modo a aumentar a qualidade e consistência das bases de dados cadastrais).

Devido à heterogeneidade do território de Espanha e uma vez que a cartografia cadastral possuía origens técnicas, temporais e de qualidade muito diversas, decidiu-se pela elaboração de uma nova cartografia tanto rústica como urbana em formato digital, umas vezes através de protocolos de colaboração e outras através de processos de renovação no cadastro rústico e revisão no cadastro urbano, que concluíram na actualização conjunta e simultânea de todos os dados cadastrais, pelo que se obteve um resultado coerente, homogéneo e com elevados requisitos de qualidade. Este processo completa-se com uma permanente manutenção e actualização dos dados recolhidos, mediante a incorporação dos conteúdos das

declarações cadastrais dos sujeitos implicados e das comunicações das entidades locais, dos notários e conservatórias do registo predial, assim como a resolução dos pedidos de recurso e reclamações o que permite a rectificação de possíveis discrepâncias com a realidade.

Dispondo de uma cartografia cadastral completa, uniforme e sistemática de todo o território espanhol (excepto País Basco e Navarra que têm competências cadastrais autónomas) em mais de 7000 municípios, onde estão identificados todos e cada um dos prédios, é chegado o momento de dar o passo seguinte, ou seja, a definitiva eliminação da tradicional divisão do cadastro em rústico e urbano e a sua substituição pelo Modelo Unificado de Cadastro (MUC). Esta unificação afectará tanto as bases de dados alfanuméricas como as cartográficas, o que é completamente coerente com o carácter contínuo do território, incluindo aqui também os bens imóveis de características especiais como sejam as auto-estradas, grandes barragens e albufeiras, centrais de produção de energia, portos comerciais e aeroportos.

O salto qualitativo e quantitativo do Cadastro em Espanha apoia-se, essencialmente, em quatro linhas de actuação claramente definidas:

1. - Elaboração de um produto fiável, útil e dinâmico, reflexo da realidade física que reproduz;
2. - Coordenação das instituições que têm o Bem Imóvel (na terminologia portuguesa utiliza-se o conceito de prédio) como elemento de referência;
3. - Aposta decidida pela qualidade apoiada nas últimas tecnologias;
4. - Aproximação do Cadastro à sociedade.

Os objectivos iniciais deste cadastro são:

1. - Constituir uma infra-estrutura de Informação Territorial disponível para toda a administração pública, notários, empresas e cidadãos;
2. - Estar ao serviço dos princípios da universalidade e justiça tributária;

3. – Facilitar a distribuição equitativa dos recursos públicos, convertendo-o numa ferramenta imprescindível para todas as actuações que tenham o Território como elemento de referência.

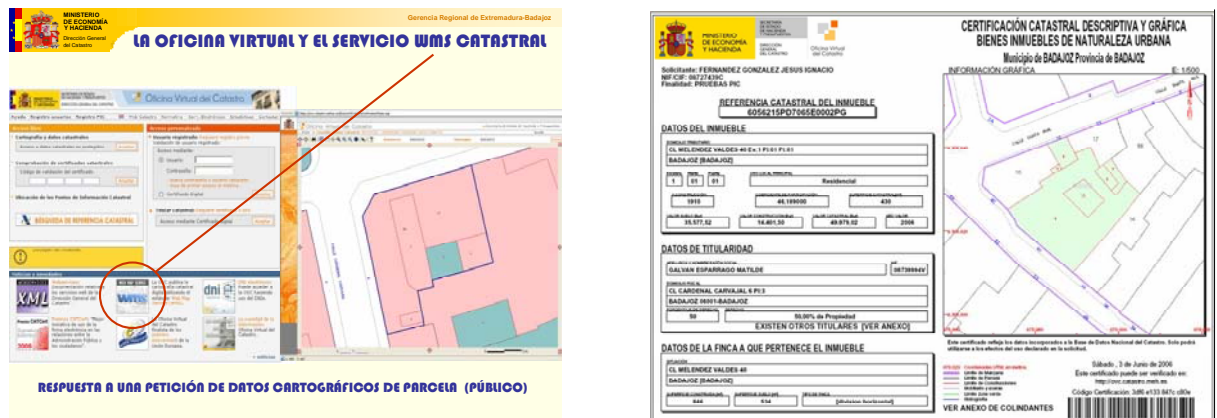


- Fig. 23

A disponibilização na Internet da cartografia cadastral conseguiu-se nos finais do ano 2006 com a Oficina Virtual do Cadastro. É assim possível aceder a todos os dados contidos nas bases de dados cadastrais com a única restrição estabelecida pela normativa da protecção de dados individuais. Esta restrição não impedirá, contudo, a obtenção de dados úteis para trabalhos que tenham o prédio cadastral como referência.

A Direcção Geral, seguindo a Directiva Inspire, oferece como serviço livre e gratuito o WMS (*Web Map Service*) que é uma norma para publicar cartografia na Internet, de acordo com as especificações OGC (*Open Geospatial Consortium*), uma vez que incorpora um parâmetro próprio (TIME) para garantir um serviço histórico da cartografia cadastral. Recentemente, também foi incorporado o serviço WFS (*Web Feature Service*) tornando-o assim mais interoperativo. Sendo, além do mais, totalmente gratuita, não é de estranhar o uso intensivo que os cidadãos e os vários organismos fazem da Oficina Virtual do Cadastro como se pode ter uma ideia pela análise dos seguintes valores diários: 17000 certificados gráficos e alfanuméricos, mais de 300000 pedidos de consulta e mais de 1.1 milhões de mapas cadastrais descarregados. Tal conseguiu-se em grande medida devido à implementação dos chamados Pontos de Informação Cadastral (PIC) constituindo assim uma rede de nós que se irá progressivamente adensando de modo a não deixar nenhum ponto geográfico a uma distância maior do que 20 km de qualquer outro.

Fig. 24 e 25 – Repostas dadas pela OVC às solicitações efectuadas



É assim explicado que, tendo sempre em conta a filosofia da Directiva Europeia INSPIRE de colocar, sem entraves, a informação à disposição de quem deseja utilizá-la, a contribuição dada pelo Cadastro à Infra-estrutura de Dados Espaciais de Espanha (IDEE) (<http://www.idee.es>) seja fundamental tal como o é para a IDE do OTALEX, que interrelaciona as informações de oito instituições luso-espanholas no Projecto do Interreg e que compreende as regiões Extremadura e Alentejo.

Simultaneamente, também é possível utilizar o *Google Earth* combinado com a informação cadastral através do identificador da referência cadastral, tornando exequível a obtenção de fotografia combinada com a cartografia cadastral, e inclusivamente modelar o cadastro 3D, o que permite obter informação real, actualizada e fiável.

Fig. 26 – Cadastro 3D no *Google Earth*

O uso das inovações tecnológicas, assumidas e incentivadas pela Direcção Geral do Cadastro, permite dispor de cartografia, quase em tempo real, em zonas de elevada dinâmica imobiliária ou urbanística e deste modo facilita a actualização das próprias bases de dados. A acrescer a este facto, a possibilidade de armazenar e processar imagens correspondentes a diferentes períodos de tempo permitirá conhecer como evoluíram e estimar os usos do solo, os seus níveis de ocupação e inclusivamente de contaminação, identificar as infra-estruturas e instalações industriais, conhecer as tendências agrícolas nos casos dos prédios rústicos e, no caso dos prédios urbanos, estas ferramentas tornar-se-ão indispensáveis para os responsáveis municipais e gestores urbanísticos na hora de planear os modelos de cidade, controlar a sua evolução, localizar ocorrências e ilegalidades, isto é, gerir adequadamente o território.

Fig. 27 – Localização de construções existentes em solo não urbanizável



PONTO DA SITUAÇÃO DO CADASTRO ESPANHOL NA REGIÃO EXTREMADURA

Os objectivos e possibilidades anteriores coincidem plenamente com os Projectos GeoALEX e OTALEX. Neste contexto, o destaque vai para a criação da IDE OTALEX apresentada numa outra comunicação dentro deste mesmo encontro.

A região da Extremadura faz parte deste projecto. No entanto, actualmente, é concretamente a província de Badajoz aquela que tem tido uma participação mais activa.

Dentro da Província de Badajoz, distinguem-se duas zonas objecto de especial atenção por este projecto, nomeadamente, a Área Piloto de Albuquerque e La Codosera e a zona fronteiriça com a região Alentejo formada por uma faixa de cerca de 40 km integrada pelos Municípios de:

San Vicente de Alcántara

La Codosera

Alburquerque

Villar del Rey

Badajoz

Olivenza

Cheles

Alconchel

Villanueva del Fresno

Valencia del Mombuey

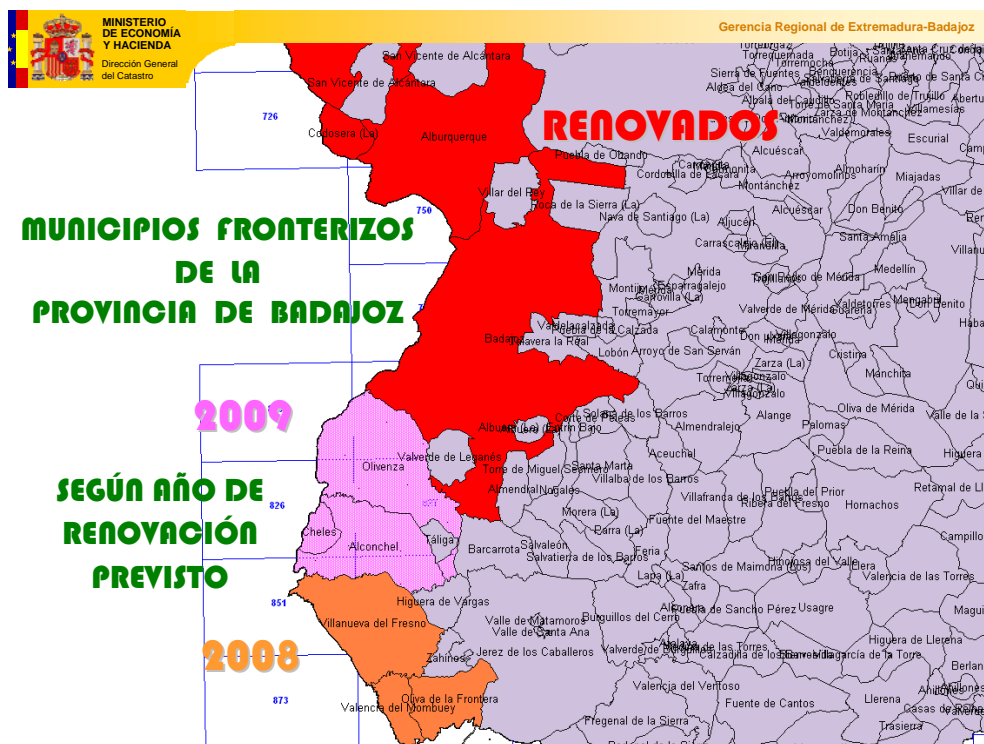
Valverde de Leganés

Táliga

Zahínos

Higuera de Vargas

Todos estes Municípios contam com a cartografia digital tanto rústica como urbana e com uma informação actualizada e de qualidade em virtude de terem sido alvo de processos de valoração colectiva (revisão cadastral) nos últimos três



anos.

Fig. 28 – Planificação dos trabalhos de renovação cadastral

Além deste facto, em todos eles se procedeu à recolha de dados das construções situadas em solo rústico, em alguns casos, através dos Projectos GeoALEX e OTALEX e como consequência do processo de revisão cadastral o que implica a colocação em funcionamento do Modelo Unificado do Cadastro.

Há ainda a acrescentar que nestes municípios se procedeu a uma completagem da informação cadastral com dados obtidos pela Universidade da Extremadura sobre as características edáficas e geológicas. O objectivo foi melhorar a informação dos indicadores ambientais, o que pressupõe um melhor conhecimento da situação actual do território objecto de estudo.

CONCLUSÃO, PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Constatadas as diferenças entre os cadastros de Espanha e Portugal, que se traduzem numa verdadeira assimetria e tendo em conta que ambos os países são signatários da Declaração de Bogotá de 24 de Novembro de 2005, no decurso de um seminário internacional sobre Infra-estruturas cadastrais e Utilização da informação cadastral para o Desenvolvimento Sustentável, a verdade é que, tal como se pretende, nos últimos anos se têm vindo a multiplicar os contactos bilaterais, periódicos ou pontuais, sobre esta matéria e ao mais alto nível, para partilha de experiências tecnológicas aplicadas ou aplicáveis ao cadastro.

Esta é a linha directriz do novo Projecto OTALEX II, que contribuirá sem dúvida para diminuir um pouco a distância que ainda separa os dois países.

Uma vez que o ponto da situação está elaborado, o próximo passo será certamente inventariar toda a terminologia envolvida, efectuar a sua correspondência sempre que possível e eventualmente construir uma ontologia própria com identificação de conceitos e relações.

Um dos exemplos mais visíveis do que se acabou de referir será porventura o conceito de Número de Identificação Predial tal como está previsto no Decreto-Lei nº 224/2007, de 31 de Maio e a Referência Cadastral. Ambos são um identificador único dos prédios em cada um dos territórios nacionais e são constituídos por um código alfanumérico que os permite situar numa Cartografia Oficial do Cadastro.

Tabela 3 – Análise comparativa da identificação predial em cada um dos países

	NIP	RC
--	------------	-----------

Composição	15 dígitos	20 dígitos
	Construído do mesmo modo para o universo dos prédios	Construído de modos diferentes quer se trate de prédios urbanos ou de prédios rústicos
Organização	Distribuído por 4 conjuntos	Caso urbano – Distribuído por 4 conjuntos
		Caso rústico – Distribuído por 7 conjuntos
Descrição	1º conjunto – 1 dígito – localização no Continente ou nas Regiões Autónomas;	Caso urbano: 1º conjunto – 7 dígitos – identificação do número do prédio dentro de uma quadrícula de seccionamento;
	2º conjunto - 6 dígitos - identificação da quadrícula do seccionamento onde o prédio se encontra localizado, definida pelo IGP (em geral, a quadrícula é 1000m X 1000m);	2º conjunto - 7 dígitos - identificação da quadrícula do seccionamento onde o prédio se encontra localizado;
	3º conjunto - 6 dígitos - identificação do número do prédio dentro de uma quadrícula do seccionamento;	3º conjunto - 4 dígitos - identificação da fracção autónoma daquele prédio;

	4º conjunto - 2 dígitos - destinados a controlo.	4º conjunto - 2 dígitos - destinados a controlo.
		Caso rústico*:
		1º conjunto – 2 dígitos – identificação da província;
		2º conjunto – 3 dígitos – identificação do Município;
		3º conjunto – 1 dígito – identificação do sector;
		4º conjunto – 3 dígitos – identificação do polígono (função da homogeneidade dos cultivos, da existência de acidentes geográficos, etc.);
		5º conjunto – 5 dígitos – identificação de cada parcela dentro de polígono correspondente;
		6º conjunto – 4 dígitos – detecção e identificação de construções existentes dentro do prédio;
		7º conjunto – 2 dígitos - destinados a controlo.

*Em Portugal, actualmente, no projecto de informatização do cadastro geométrico da propriedade rústica, utiliza-se um conjunto de dígitos (sete) para a localização administrativa em que dois identificam o Distrito, dois o Concelho, dois a Freguesia e possui ainda um último dígito de controlo. Cada freguesia tem por sua vez um seccionamento próprio em que cada uma das secções poderá estar identificada por letras ou números. Os prédios, por sua vez, encontram-se numerados sequencialmente dentro de cada uma destas secções (as parcelas dentro de cada prédio também são numeradas sequencialmente). Este modelo assim definido é garante de uma identificação única do prédio.

O exemplo apresentado na tabela anterior é apenas isso mesmo. Pretende perspectivar o que se pode fazer para muitos outros conceitos, como o de prédio e do modo como ele está definido no enquadramento legal dos dois países.

NOTAS FINAIS E AGRADECIMENTOS

O trabalho realizado teve o apoio, em ambos os países, das instituições às quais os autores pertencem.

Agradece-se, particularmente, a colaboração da Chefe da Direcção de Serviços de Informação Cadastral, Catarina Roque e da Chefe da Divisão de Gestão de Informação Cadastral, Vanda Bica, do IGP.

BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS

- [1] GeoALEX - *Modelo de Gestión Ambiental y Territorial para el Área transfronteriza Alentejo-Extremadura*. I.S.B.N.: 84-690-3003-5.
- [2] GeoALEX – *Cartografia comum Alentejo-Extremadura*. Junta da Extremadura e AMDE, Badajoz, 2006.
- [3] OTALEX – *Proyecto de una IDE transfronteriza*. Grupo de trabajo IDE. Sevilla, 2007.
- [4] MACHADO, V. – *Informatização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica*, GISPlanet, Estoril, 2005.

- [5] BOSCH, M. – *El catastro en iberoamérica*, Instituto de Estudios Fiscales, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid, 2007.
- [6] SERRANO, F. – *Panorama actual de la cartografía catastral*, Revista Catastro CT nº 49, Madrid, 2003.
- [7] DURÁN, I. – *La incidencia de la normativa de la Unión Europea sobre la difusión de información catastral (I) y (II)*, Revista Catastro CT nº 52 y 53, Madrid, 2004 y 2005.
- [8] SANTOS, L. – *Ortofoto verdadera (true ortho) y Lídár, el posible futuro de la cartografía catastral urbana*, Revista Catastro CT nº 53, Madrid, 2005.
- [9] VELASCO, A. – *La parcela catastral en las Infraestructuras Nacionales de Datos Espaciales (NDSI) y en INSPIRE*, Revista Catastro CT nº 60, Madrid, 2007.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DO CADASTRO RÚSTICO

PROCEDIMENTOS DE ACTUALIZAÇÃO DOS DADOS

Teresa Mira; Vanda Bica

Instituto Geográfico Português – R. Artilharia Um, 107, 1050-099 Lisboa

tmira@igeo.pt, vbica@igeo.pt

Resumo

O presente artigo pretende divulgar o projecto de Informatização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica, a sua evolução e importância para a criação do Sistema de Informação do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica. Nesse sentido é apresentado o Projecto - Piloto executado com os elementos cadastrais respeitantes aos concelhos do Seixal e de Almeirim, bem como um caso de estudo de integração das actualizações dos dados na informação cadastral existente.

Palavras Chave: Cadastro Rústico, Informatização, SIG

Introdução

A Direcção de Serviços de Informação Cadastral tem a seu cargo as alterações dos mapas parcelares, sobre os quais tem de certificar elementos, prestar esclarecimentos e disponibilizar informação aos cidadãos, ao sector privado e às entidades da administração pública que o solicitem.

No sentido de melhorar, simplificar e tornar mais eficientes estes procedimentos e de forma a aumentar a qualidade do serviço de atendimento, o IGP tem procedido à informatização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica (CGPR).

Este projecto decorre desde 2001 sendo de salientar a importância da informatização do cadastro rústico e da implementação de um sistema de gestão dos dados cadastrais no processo de actualização dos elementos cadastrais e na automatização de procedimentos que permitam o acesso à informação de modo célere e seguro pela comunidade em geral.

Apresentamos o projecto-piloto desenvolvido a partir dos dados resultantes da informatização dos Concelhos do Seixal e de Almeirim, com o objectivo de testar a utilização destes dados no futuro sistema de gestão cadastral e um caso de estudo de integração de dados de campo, resultantes das actualizações dos prédios, na informação cadastral existente.

Projecto de informatização do CGPR

A informatização do cadastro está a ser executada com base em protocolos celebrados entre o IGP e entidades da Administração Local (Câmaras Municipais, Associações de Municípios e Comunidades Urbanas - figura 1) de acordo com as especificações técnicas elaboradas pelo IGP, nas quais estão definidas as metodologias e regras de vectorização, a estrutura dos dados gráficos e alfanuméricos e os procedimentos de verificação que devem ser seguidos por todas as entidades envolvidas neste projecto de forma a garantir a uniformidade e coerência dos dados recolhidos.

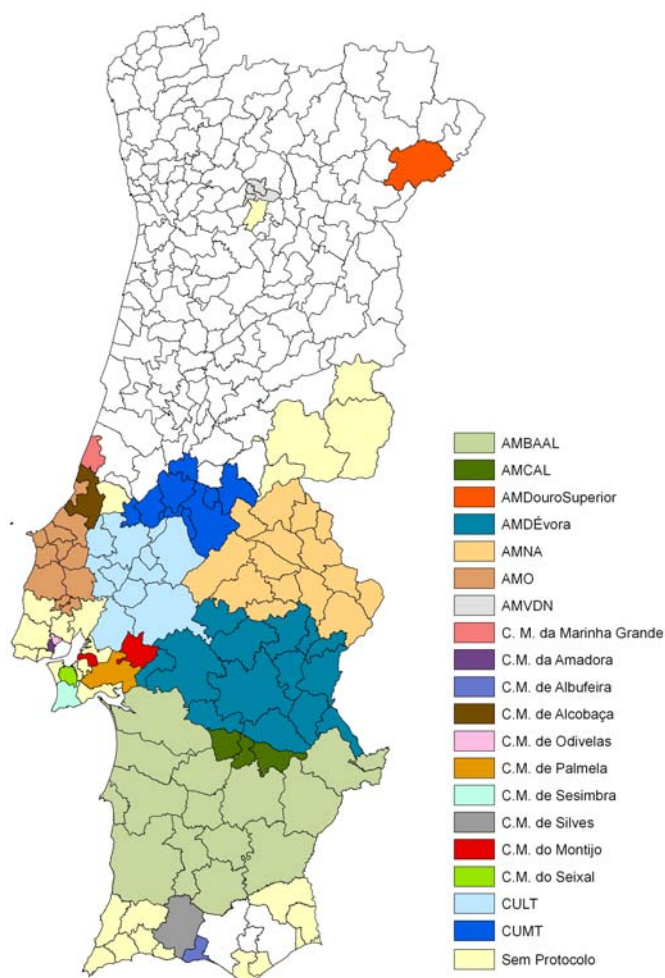


Figura 1 – Protocolos de Informatização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica

As especificações técnicas fornecidas pelo IGP são elaboradas consoante as especificidades dos formatos que cada entidade irá utilizar, garantindo sempre a coerência dos objectos e a sua natureza com vista à integração futura. Até à data foram solicitadas especificações técnicas para formato CAD (DGN, DWG) e Shapefiles (ESRI).

No âmbito dos protocolos de informatização compete ao IGP disponibilizar as secções cadastrais georreferenciadas, fornecer os gráficos de ligação, garantir apoio técnico e formação, verificar a informação resultante da digitalização dos elementos gráficos e conceder uma licença gratuita de utilização do CGPR após a conclusão da vectorização.

Às entidades que celebram os protocolos compete fornecer ao IGP os dados relativos ao CGPR em formato vectorial, de acordo com as especificações técnicas e catálogo de objectos.

Evolução do Projecto

O índice de adesão das entidades da administração local ao projecto da informatização do CGPR é bastante elevado. Cerca 80% dos concelhos nos quais existe cadastro encontram-se abrangidos por protocolos (v. Fig.2). Há, no entanto, a salientar os seguintes factores que têm determinado o desenvolvimento da informatização:

- O projecto, iniciado em 2001, foi alvo de maior desenvolvimento a partir de 2003, ano a partir do qual foi celebrada a maioria dos protocolos;
- O facto da informação raster inicialmente disponível no IGP ser binária, obrigou as entidades que celebraram os primeiros protocolos a vectorizar sobre estes ficheiros, cuja interpretação é difícil e morosa. Posteriormente foi decidido proceder a nova rasterização a cores ou tons de cinzento, decisão que permitiu ultrapassar muitos dos problemas acima referidos;
- Por motivos que se prendem com a escassez de recursos técnicos e humanos, nas entidades da Administração Local, o intervalo de tempo que ocorre, em geral, entre a celebração dos protocolos e o início efectivo dos trabalhos de informatização é significativo. Em alguns casos, os trabalhos ainda não foram iniciados;
- O IGP tem-se debatido com falta de recursos humanos disponíveis, o que implica que o tempo necessário para a conclusão do controlo de qualidade nem sempre obedeça ao inicialmente espectável.

As entidades envolvidas no projecto têm optado pela produção interna ou pela adjudicação da vectorização através de lançamento de concursos públicos. No entanto, têm-se verificado melhores resultados, traduzidos numa maior eficácia e celeridade na execução dos trabalhos, nos casos em que a informatização está a ser realizada por técnicos afectos às entidades protocoladas.

As maiores dificuldades encontradas ao longo de todo o processo prendem-se com a não familiarização dos técnicos das entidades intervenientes nos protocolos com os conceitos de cadastro e na consequente dificuldade na interpretação dos elementos representados nas secções cadastrais. A realização de acções de formação aos técnicos envolvidos bem como o apoio permanente do IGP durante a realização dos trabalhos, através do esclarecimento de dúvidas e resolução de situações de excepção não contempladas nas especificações técnicas, tem-se revelado de extrema importância na boa persecução dos trabalhos.

Em termos técnicos os problemas mais comuns estão associados às descontinuidades existentes na representação de elementos em secções contíguas e na uniformização de critérios de interpretação e representação dos elementos. Foi, por isso, necessário, no decorrer do projecto de informatização do CGPR, e à medida que iam sendo detectadas novas situações, proceder a alterações às especificações técnicas no sentido de minimizar estas dificuldades, salvaguardando sempre a integração dos dados vectorizados no futuro sistema de informação.

Devido às restrições impostas pela Comissão Nacional de Protecção de Dados na disponibilização dos dados pessoais constantes nas fichas de prédio, o IGP não forneceu os dados alfanuméricos às entidades protocolares, como pressuposto inicialmente. Para ultrapassar esta questão, foram disponibilizados mais recursos internos para a realização desta tarefa. Actualmente, como resultado da colaboração entre o IGP e a Direcção-Geral dos Impostos (DGCI) com o objectivo de informatizar o cadastro, o preenchimento da base de dados alfanumérica encontra-se a cargo da DGCI estando prevista a sua conclusão ainda em 2008. Ao IGP será permitida a consulta e a actualização dos elementos cadastrais, directamente na base de dados, na sequência das actualizações da sua responsabilidade.

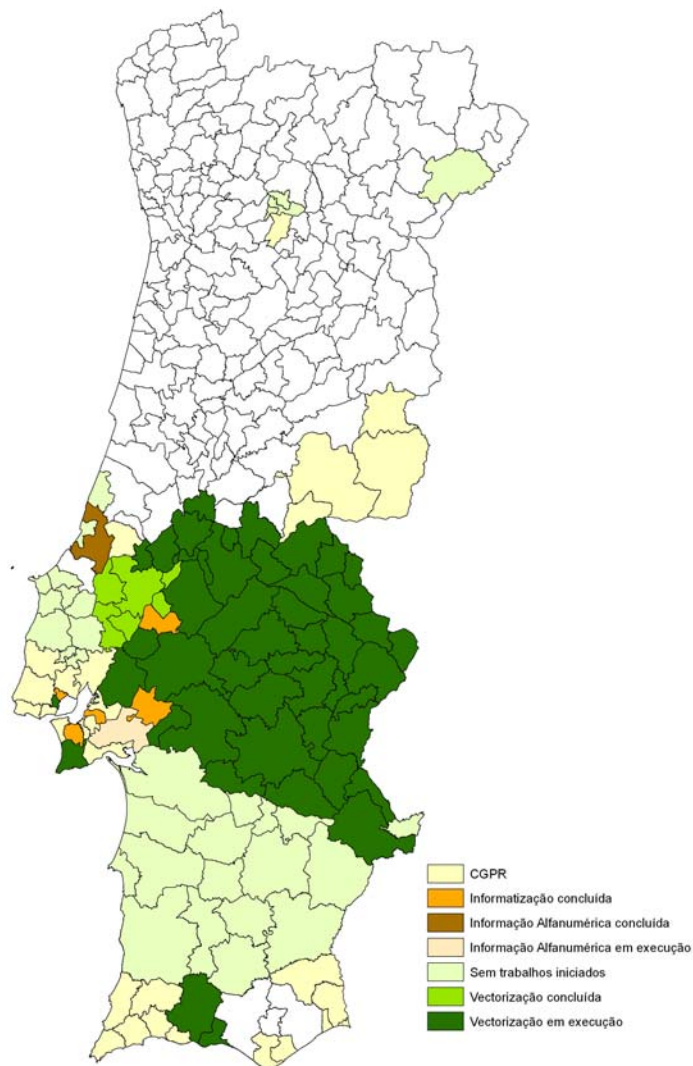


Figura 2 – Situação actual do projecto de informatização.

O SICGPR

O IGP elaborou o modelo de dados do Sistema de Informação do CGPR (SICGPR) que tem como objectivo a gestão da informação cadastral e a sua manutenção e consulta fácil e rápida, através de aplicações que possibilitam aumentar a eficácia das respostas às solicitações dos utentes e às necessidades internas, bem como modernizar, simplificar e optimizar a normalização de procedimentos e processos.

O SICGPR deverá integrar os seguintes dados:

- Os elementos gráficos em formato vectorial resultante da informatização e correspondente informação em formato raster relativa às implantações

cartográficas dos prédios de uma determinada zona do território, designadas por secções cadastrais;

- Os elementos gráficos em formato raster, relativa às implantações cartográficas dos primeiros levantamentos dos prédios de uma determinada zona do território, designadas por matrizes ou pranchetas cadastrais, documentos estes que deram origem às secções e são fundamentais para a reconstituição do histórico dos prédios;
- A informação descritiva dos prédios inscrita nas fichas de secção e de prédio;
- Dados do Sistema de Gestão dos PRA;
- Dados correspondentes às coordenadas gráficas dos marcos de propriedade e pontos de estrema de prédios rústicos fornecidas;
- Dados correspondentes à execução de certidões de elementos cadastrais;
- Informação cartográfica digital disponibilizada pela DSGC (Direcção de Serviços de Geodesia e Cartografia), nomeadamente ortofotomapas e cartografia a várias escalas.

O conjunto de dados estará centralizado e todos os utilizadores terão a garantia de aceder aos mesmos dados bem como às suas actualizações.

O SICGPR incluirá as funcionalidades que permitam referenciar os prédios rústicos e mistos, caracterizá-los geometricamente, assegurar a actualização do cadastro em vigor através da resolução de PRA e certificar elementos cadastrais relativos a cada prédio. Deverá também possibilitar o acesso e edição por vários utilizadores num ambiente de versões, a introdução de dados recorrendo a regras e relações, a criação e edição topológica de elementos e a gestão e consulta da informação via Internet.

Projecto piloto

Com vista à implementação do SICGPR foi desenvolvido um projecto-piloto cujos objectivos consistiram em estimar o tempo dispendido no processo de integração dos dados provenientes da informatização, a previsão das dificuldades deste procedimento e a estimativa das diferenças das áreas dos prédios.

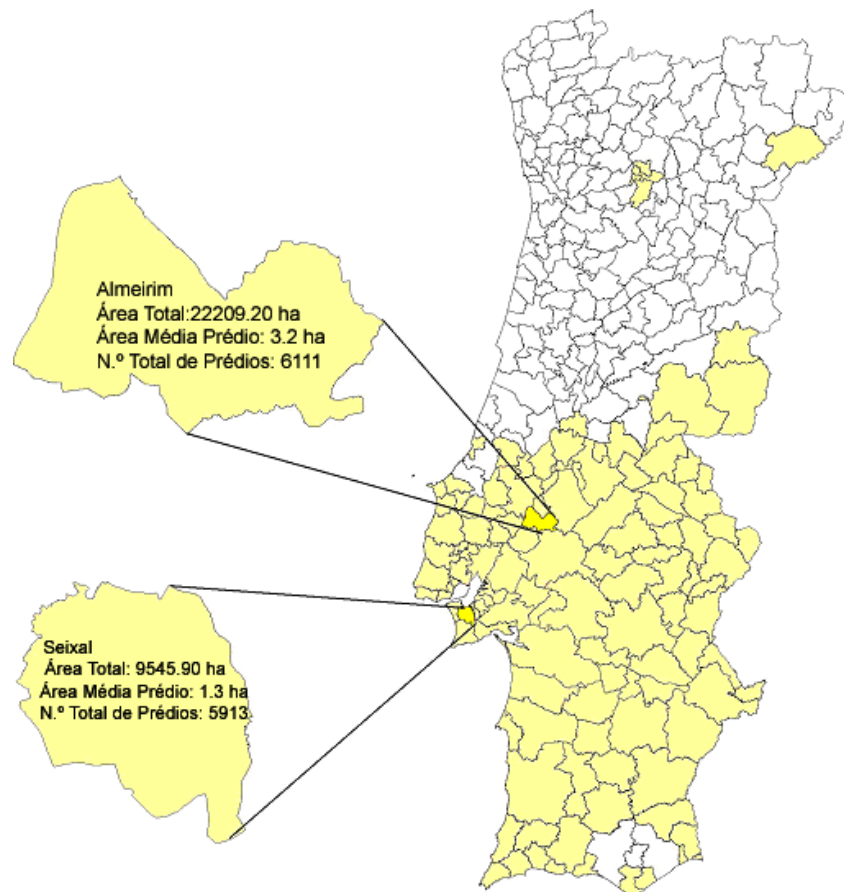


Figura 3 – Concelhos escolhidos para o projecto-piloto.

De acordo com os objectivos estabelecidos, foram escolhidos dois concelhos com características diferentes em termos de desenvolvimento urbano, divisão da propriedade, área dos prédios rústicos e que estivessem na fase de conclusão do processo de informatização. De acordo com os critérios referidos, foram seleccionados os concelhos de Almeirim e Seixal. Almeirim encontra-se inserido numa zona rural, ao contrário do concelho do Seixal que se situa na Área Metropolitana de Lisboa. Os prédios rústicos existentes no concelho de Almeirim têm uma área média 3 vezes maior do que os prédios existentes no concelho do Seixal, sendo o número total de prédios rústicos equivalente (a diferença do número total de prédios existentes nos dois concelhos é de apenas 3%)(v. Fig. 3). Durante o processo de integração verificou-se que a maior dificuldade consistiu em garantir a correcta correspondência entre os dados gráficos e alfanuméricos devido ao facto da informatização da informação gráfica e alfanumérica não ter sido realizada em simultâneo, às alterações decorrentes dos PRA, à existência de erros nos elementos analógicos (gráficos e descritivos) e devido ao volume de dados envolvidos.

A implementação do sistema de informação do projecto-piloto foi desenvolvida recorrendo à base de dados relacional, *Personal Geodatabase* da ESRI, constituída por uma *Feature Dataset* e pelas *Features Classes* correspondentes a cada um dos objectos cadastrais existentes no modelo de dados. A *geodatabase* inclui também a informação descritiva associada aos elementos cadastrais e topologia que permite não só descrever as relações espaciais entre as *Features Classes* como garantir a integridade dos dados, através da definição de regras topológicas entre *Features Classes*, aplicadas de forma hierárquica.

O sistema permitirá fazer pesquisas e consultas de forma a responder às necessidades internas e às solicitações dos cidadãos permitindo visualizar as secções, matrizes e pranchetas cadastrais, executar a sua impressão em suporte analógico, emitir certidões de elementos cadastrais, obter coordenadas de marcos de propriedade e pontos de estrema, conhecer o estado dos trabalhos dos PRA, as áreas dos prédios, a ocupação do solo e outros dados cadastrais.

Na figura 4 podemos observar, a imagem da secção cadastral, em formato raster, e os elementos cadastrais correspondentes, em formato vectorial, resultantes da informatização após a integração no sistema de informação.



Figura 4 – Elementos cadastrais em formato analógico e em formato digital.

Com o projecto-piloto foi possível simular as pesquisas que normalmente são necessárias realizar sobre a informação cadastral, tirando partido das capacidades de integração dos dados gráficos com os dados descritivos (v. figuras 5 e 6). Nesta fase não foram ainda desenvolvidas aplicações específicas que permitissem

optimizar estas capacidades, nomeadamente, a criação de formulários com os resultados das pesquisas que facilitem a leitura dos dados pelos utilizadores ou a criação de relatórios tipo, de forma a automatizar a emissão de documentos.

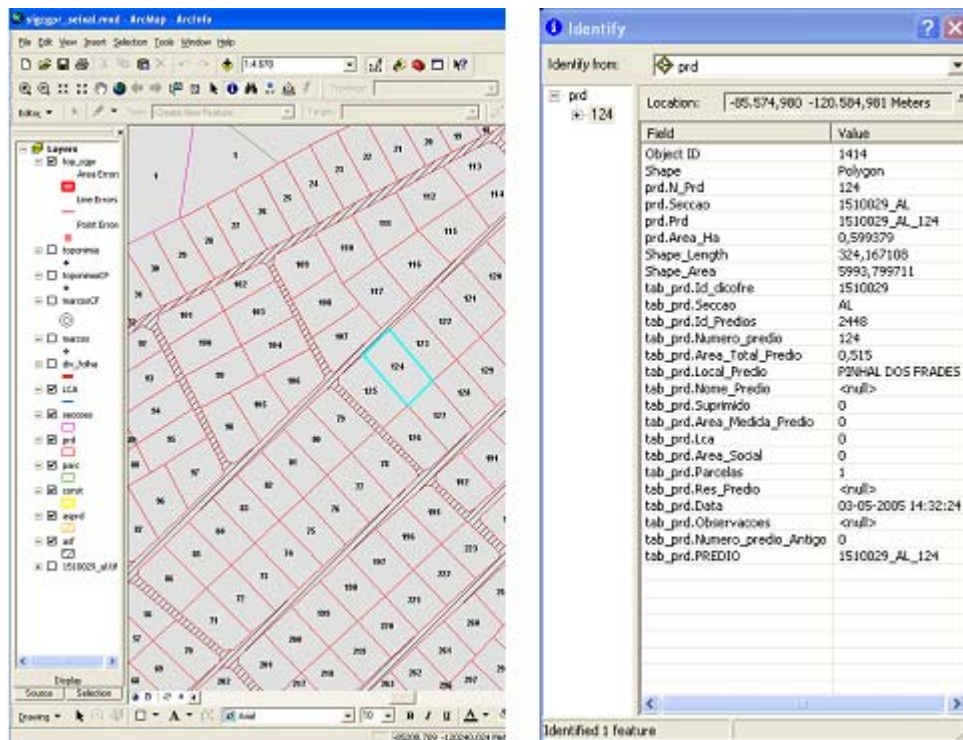


Figura 5 – Pesquisa de informação descritiva associada ao prédio, a partir da selecção gráfica. Dado que as cadernetas dos prédios rústicos que se encontram actualmente na posse dos titulares estão referenciadas aos concelhos, freguesias e secções, os dados cadastrais inseridos no SICGPR vão manter esta estrutura considerada essencial para o diálogo entre os proprietários, DGCI e o IGP.

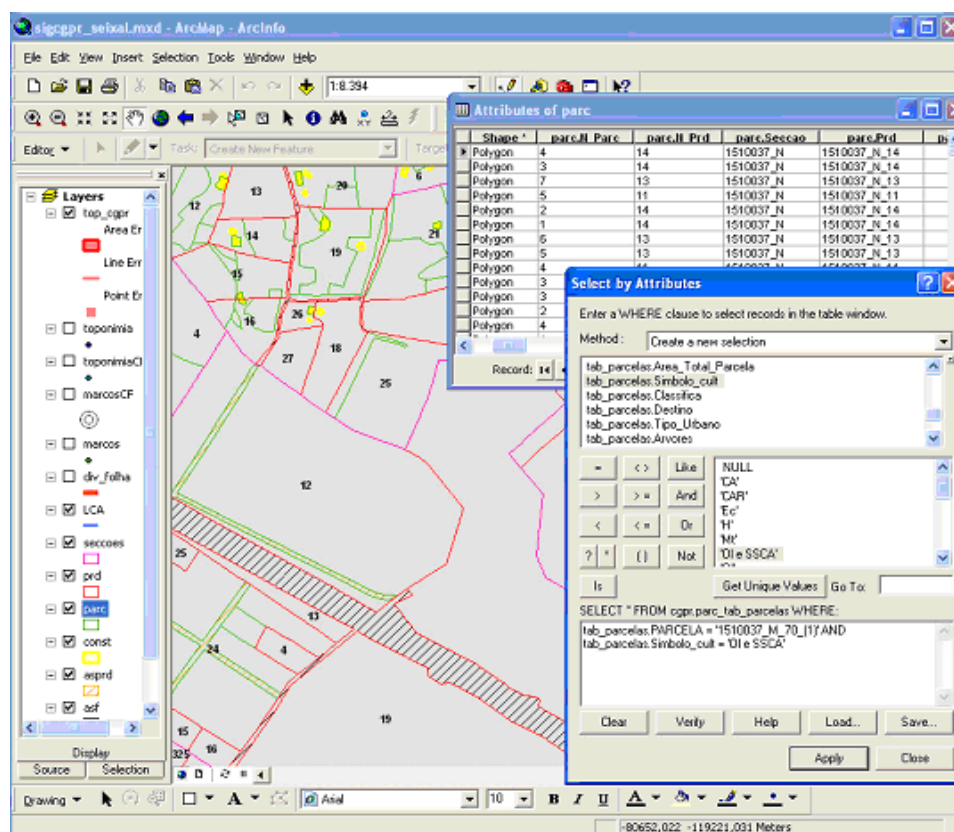


Figura 6 – Pesquisa de informação descritiva associada à parcela de cultura, a partir da selecção dos dados descritivos.

Caso de estudo da actualização da informação cadastral

Os elementos constantes no Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica, actualmente em vigor, foram levantados recorrendo às técnicas e aos equipamentos existentes à data dos trabalhos de campo que decorreram entre 1926 e 1994 e posteriormente foram implantados cartograficamente e de forma manual sobre os suportes considerados mais estáveis na época.

Esta informação tem por isso uma precisão associada que está dependente de vários factores, como sejam, as imprecisões decorrentes dos equipamentos topográficos utilizados nos levantamentos, a transcrição dos elementos levantados para suporte cartográfico e as deformações dos suportes utilizados para a representação cartográfica dos elementos cadastrais.

O sistema de informação cadastral ao integrar estes dados, herda as imprecisões e elas associadas acrescidas de mais algumas decorrentes do processo de

informatização dos dados, tais como, as inerentes aos processos de rasterização, georeferenciação e vectorização das secções cadastrais.

Na figura 7, apresentamos um exemplo das diferenças que podem ocorrer, no decurso do processo de vectorização dos elementos cadastrais a partir das secções em formato raster. Neste caso foram realizadas duas vectorizações sobre o mesmo prédio, pelo mesmo operador em alturas distintas, respeitando os critérios definidos nas especificações técnicas para a informatização do cadastro rústico. A área total oficial do prédio é de 3000 m² e a secção cadastral encontra-se à escala 1:5 000.

A diferença média entre os marcos de propriedade representados nas duas vectorizações é de 38 cm, o que é suficiente para implicar uma diferença na área total do prédio de 2.6 m².

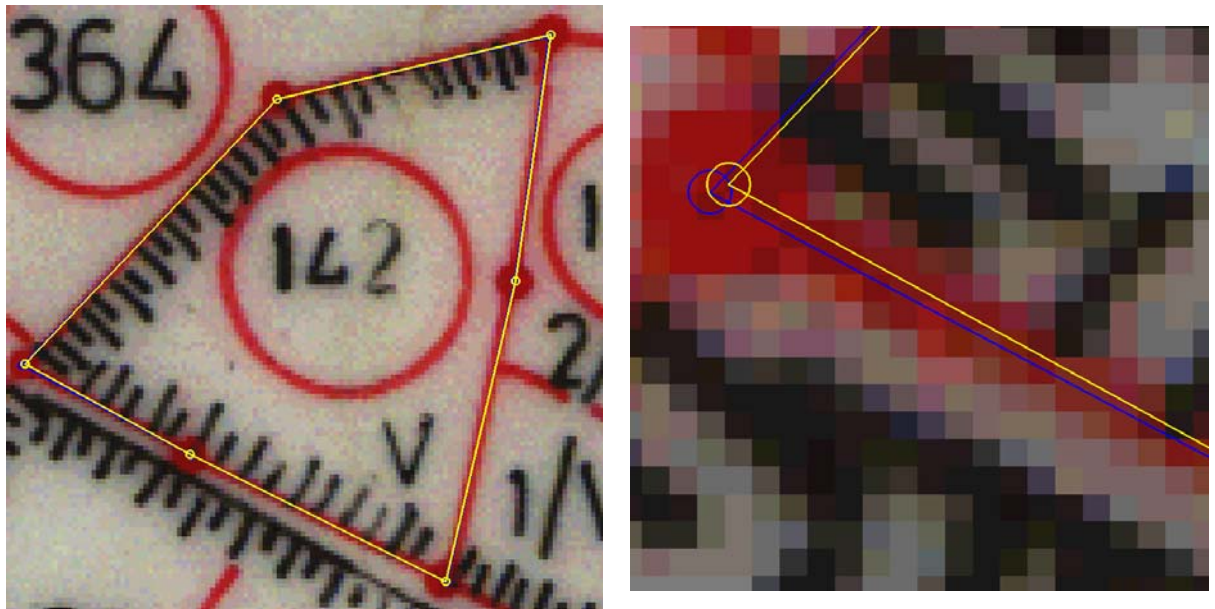


Figura 7 – Exemplo de duas vectorizações possíveis sobre o mesmo prédio, onde a diferença máxima é de 48 cm entre elementos vectorizados, implica a diferença de 2,6 m² na área total do prédio.

A análise prévia da qualidade dos dados é importante para a definição dos procedimentos de actualização da informação cadastral, pois é necessário ter consciência que apesar de estarmos actualmente a trabalhar em sistemas digitais, que nos permitem ter precisões ao centímetro, a informação base não tem esse rigor. Torna-se particularmente importante analisar os casos em que integramos as actualizações cadastrais provenientes de dados recolhidos no campo, recorrendo a técnicas GPS, na informação original. Importa por isso analisar a globalidade dos

dados de forma a estimar o grau de desactualização da informação e a sua qualidade posicional.

Análise global da qualidade do cadastro rústico

O cadastro rústico actualmente em vigor corresponde a um total de 20949 secções cadastrais, para as quais foi estimado o seu grau de desactualização e da sua qualidade posicional (ver fig. 8 e 9). Esta análise é baseada na informação reportada pelos técnicos do IGP e pelos utentes na sequência da resolução de processos de reclamação administrativa (PRA) e no fornecimento de coordenadas gráficas de pontos de estrema e marcos de propriedade.

Tem sido prestada particular atenção à qualidade posicional dos elementos cadastrais, e constatou-se que os erros não são sistemáticos em cada concelho, freguesia ou secção cadastral. Nos concelhos de Mafra, Cuba, Alvito e Vidigueira, foram identificados desfasamentos que chegam a atingir a ordem dos 10m a 15m quer para nos elementos cadastrais, quer nos elementos naturais e/ou artificiais representados nas secções.

A disponibilização de elementos cadastrais com desfasamentos desta ordem pode dar origem a litígios entre proprietários de prédios confinantes, facto este que levou à suspensão do fornecimento da informação cadastral digital destes concelhos até à execução de uma operação de renovação cadastral.

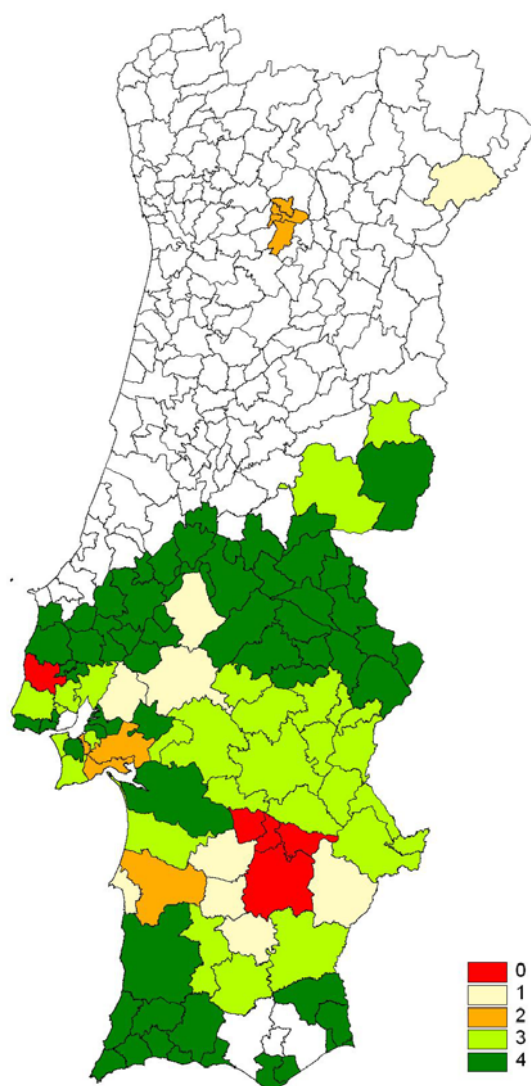


Figura 8 – Qualidade posicional do cadastro rústico.

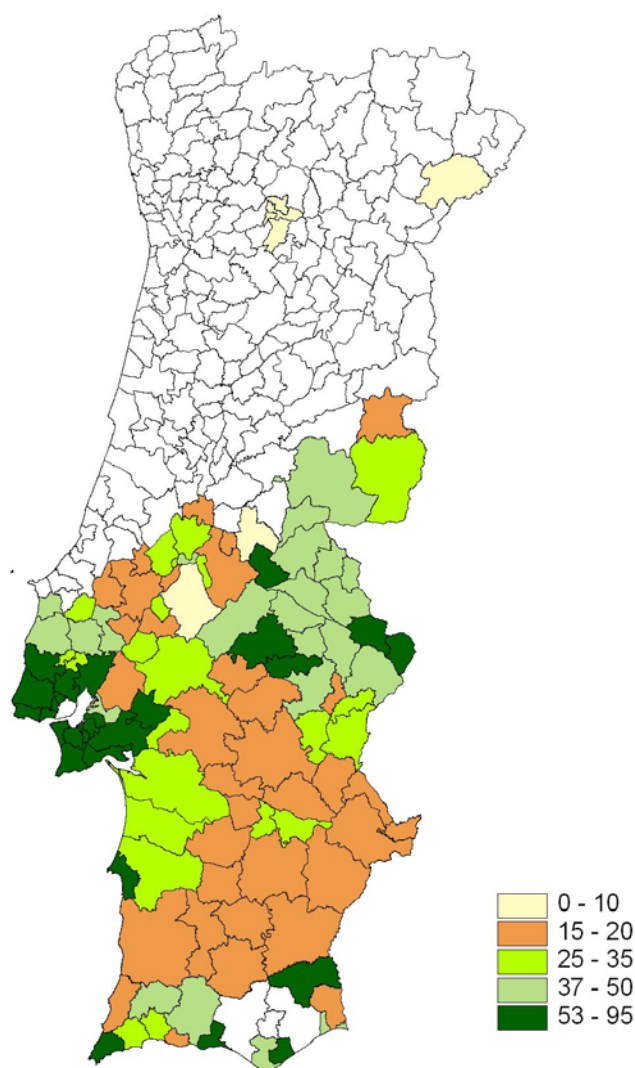


Figura 9 – Estimativa do grau de desactualização do cadastro rústico, em percentagem.

O grau de desactualização foi calculado por concelho com base nos dados obtidos na sequência da resolução de PRA e no número de alterações cadastrais declaradas aos Serviços de Finanças e em relação às que foram efectivamente actualizadas.

A integração dos dados de campo com os dados existentes

Como foi referido anteriormente, as actualizações da informação cadastral são realizadas com base nos dados recolhidos no campo pelos técnicos do IGP, em formato digital. Estas actualizações continuam a ser implantadas nas secções em papel de forma manual, no caso onde a informação ainda não está vectorizada. Para os concelhos em que a vectorização já está concluída (caso do concelho do Seixal) a integração dos novos dados é realizada na secção em formato digital. No processo de actualização surgem situações de discrepâncias entre os dados recolhidos no campo e os elementos cadastrais representados nas secções.

Analizamos de seguida dois exemplos que demonstram a qualidade posicional dos dados originais e o grau de desactualização dessa informação.

No seguimento da resolução de um PRA no concelho de Palmela, Freguesia da Quinta do Anjo foi realizado o levantamento topográfico recorrendo a técnicas GPS. A confrontação destes elementos recolhidos no campo, com os elementos representados na respectiva secção, apresenta diferenças médias de 3 m (v. fig. 10). Estas diferenças são consideradas aceitáveis se tivermos em conta todos os procedimentos envolvidos desde os primeiros levantamentos até à obtenção dos elementos cadastrais vectorizados. Estes valores encontram-se dentro dos valores esperados, nomeadamente do EMQ estimado para cada concelho.

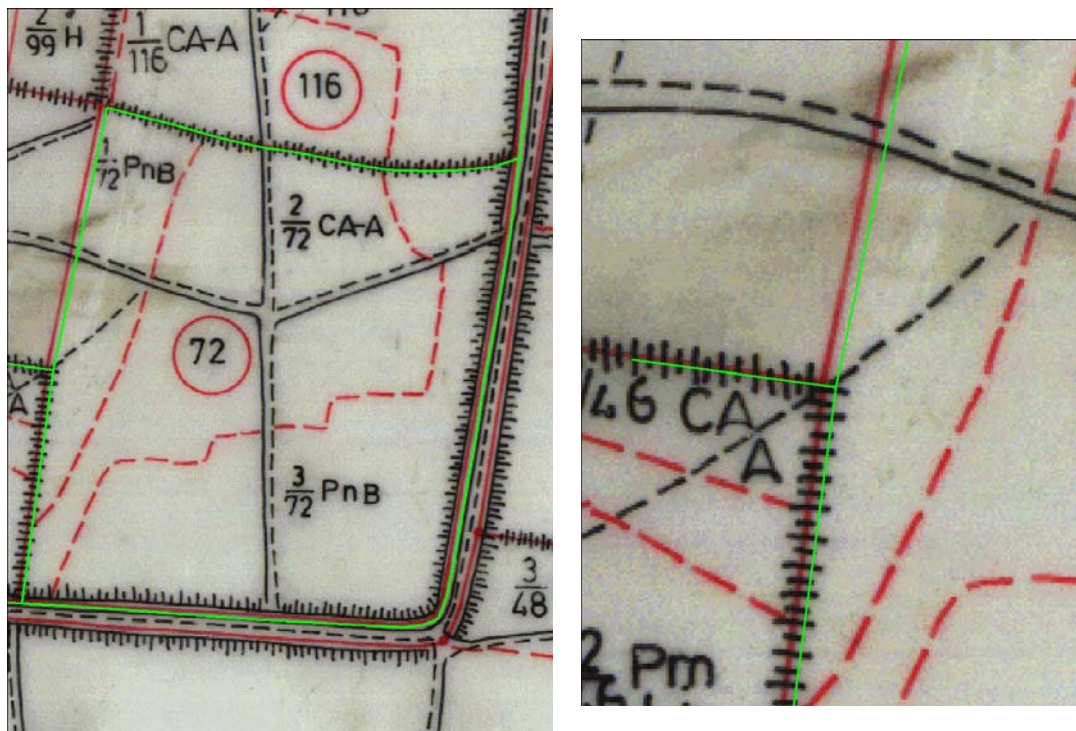
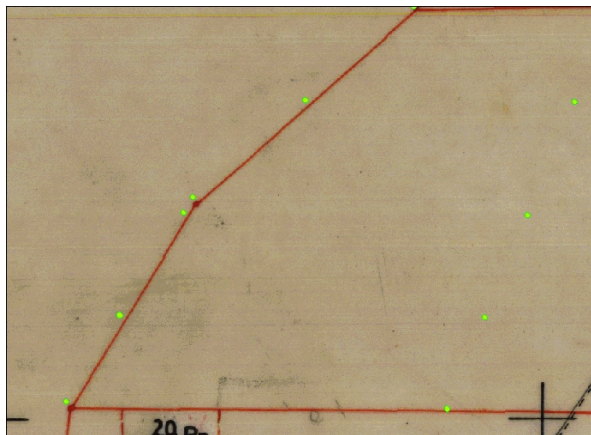


Figura 10 – Diferenças encontradas entre o levantamento topográfico e a representação existente na secção cadastral.

O segundo exemplo diz respeito a um levantamento de campo efectuado no concelho de Santiago do Cacém, freguesia de Alvalade. Neste caso foram também utilizadas técnicas GPS, onde as maiores discrepâncias (na ordem dos 7,5 m) encontram-se junto a um caminho de terra batida. Colocou-se então a hipótese de ter havido alterações no limite do caminho, tendo em conta as suas características não permanentes.

Recorremos então à fotografia aérea da época do levantamento cadastral para confirmar a localização do caminho. Podemos então constatar modificações no terreno relativas às características do caminho junto à estrema do prédio entre as duas épocas analisadas, 1967 e 2005, que justificam as diferenças encontradas entre o levantamento cadastral e a representação existente na secção cadastral (v. fig. 11).

Este exemplo ilustra a desactualização do cadastro, numa zona rural em que as principais discrepâncias surgem devido às alterações físicas no terreno e não devido ao crescimento urbano. Se observarmos a figura 12, onde comparamos as imagens das duas épocas, junto à linha de água constatamos alterações significativas. Se tivermos em conta que as estremas de muitos prédios rústicos são definidos pelo eixo do curso de água, podemos encontrar divergências entre os elementos cadastrais recolhidos nos processos de actualização e os dados originais que se devem às alterações físicas no terreno e não a imprecisões associadas ao processo de aquisição da informação cadastral.



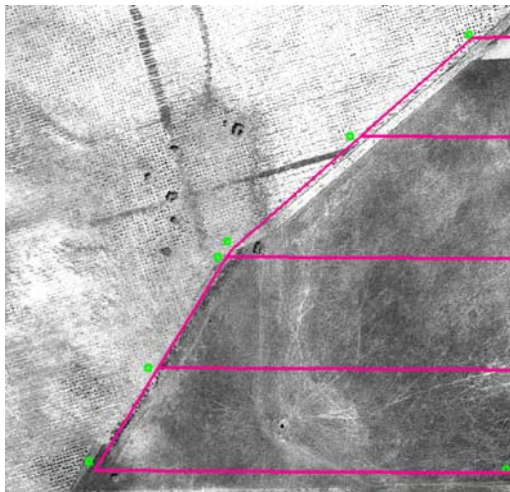


Figura 11 – Diferenças encontradas entre o levantamento topográfico, a representação existente na secção cadastral e os elementos físicos existentes em 1967 e 2005.



Figura 12 – Fotografia aérea de 1967 e ortofotomapa de 2005, correspondente a um prédio da secção I da freguesia de Alvalade, Concelho de Santiago do Cacém.

Conclusão

A implementação do SICGPR está dependente da conclusão da informatização do CGPR que, por sua vez, depende dos meios técnicos e humanos das entidades envolvidas nos protocolos, nomeadamente, Câmaras Municipais, Comunidades Urbanas, Associações de Municípios e IGP. O entendimento e a comunicação permanente entre o IGP e as entidades municipais intervenientes têm sido fundamentais para o sucesso deste projecto.

A informatização é um processo complexo, fundamentalmente devido aos diferentes critérios utilizados no desenho das secções cadastrais, originando dificuldades na sua interpretação com vista à obtenção de um conjunto de dados uniformes e consistentes com as características necessárias à sua integração num sistema de informação.

A realização do projecto-piloto para a implementação do SICGPR permitiu não só perspectivar as dificuldades em integrar a informação proveniente da informatização, dados gráficos e descritivos, mas também definir de forma mais precisa quais as funcionalidades a incluir e tomar consciência das potencialidades da utilização deste sistema na melhoria da resposta aos utilizadores.

A análise da qualidade posicional e grau de desactualização dos dados cadastrais existentes é de extrema importância para a integração dos dados recolhidos com recurso às tecnologias actuais com os mais antigos, bem como para evitar a utilização desta informação de modo não adequado à precisão que lhes está associada.

Com o objectivo de concluir com brevidade o projecto de informatização, o IGP está a preparar uma candidatura ao QREN que visa a informatização dos concelhos que não estão abrangidos por protocolos. Em simultâneo está a ser preparada uma candidatura para o Sistema de Informação. O SICGPR é um instrumento essencial à modernização dos serviços prestados pelo IGP à comunidade, no âmbito do CGPR, que se espera implementar o mais breve possível.

Bibliografia

Mira, T., Bernardes, A., Bica, V., 2007, “Sistema de Informação do Cadastro Rústico”, Actas da V Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia, Lisboa, Portugal, pp. 537-545.

CIC-IGP, (2006): “Modelo do Sistema de Informatização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica – versão 1.2”.

CIC-IGP, (2005): “Especificações Técnicas para a Informatização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica – versão 2.4”.

Dirección General del Catastro, 2003, “Panorama actual de la cartografía catastral”, Fernando Serrano.

COMO ABORDAR OS TRANSPORTES A NÍVEL CONCELHIO

Vanda Dias e Olinda Pereira

TIS.PT – Consultores em Transportes Inovação e Sistemas, SA

Av. da República n.º 35 - 6.º

1050-186 Lisboa – Portugal

Telefone: (351) 213504400

Fax: (351) 213504401

vanda.dias@tis.pt e olinda.pereira@tis.pt

www.tis.pt

Resumo

Os transportes colectivos são um garante essencial do direito à mobilidade e de coesão social das populações. No entanto nem sempre existe a percepção se os investimentos na oferta de serviços servem de forma eficiente a procura.

Este artigo explicita metodologias, fontes de dados e casos práticos de análise que permitem o diagnóstico e a tomada de decisão informada relativamente a novos investimentos nas redes de transporte.

As metodologias apresentadas baseiam-se em sistemas de informação geográfica, cada vez mais disponíveis nas entidades públicas responsáveis.

Palavras chave

Transportes; Território, Indicadores, SIG, Integração

1. Enquadramento

O sistema de transportes tem um papel importante na coesão e integração social de um concelho, sendo por definição o meio de garantir o direito à mobilidade da população, direito cada vez mais reconhecido como essencial ao desenvolvimento sustentado das populações.

Atentos a este facto, os municípios estão cada vez mais sensíveis à importância deste tema, registando um desejo de melhoria do seu sistema de transportes. No entanto, muitas vezes, esse desejo não é espelhado nos estudos e planos que são realizados, nem nas medidas implementadas no terreno¹, tornando deste modo, urgente, uma reflexão global e cuidada sobre como pode (e deve) ser analisada a mobilidade e avaliadas possíveis soluções, em termos concelhios.

A abordagem à problemática dos transportes passa, em grande medida, por um estudo integrado de elementos territoriais e de desempenho das redes de transportes que permita, entre outros aspectos, a coordenação de todo o sistema em termos de adequação da oferta à procura. Neste processo, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) são uma ferramenta essencial no desenvolvimento do trabalho técnico, por terem a capacidade de trabalhar toda a informação de uma forma integrada e na sua componente espacial.

Com este artigo procura-se:

- Alertar para a necessidade de integrar melhor a temática dos transportes no planeamento e gestão dos usos do solo, tarefa que se afigura particularmente

¹ A maior parte das vezes verifica-se que a análise dos transportes ao nível dos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT's) se limita a um levantamento da oferta existente, sem uma análise crítica à satisfação das necessidades da procura por via dessa oferta. Também ao nível da definição de novas áreas de expansão, índices de construção e/ou na localização de equipamentos e serviços públicos, habitualmente não são devidamente equacionadas as questões associadas à acessibilidade em transporte, adoptando-se uma postura em que o problema dos transportes será resolvido a jusante. Esta postura tem, posteriormente, consequências ao nível da rentabilização dos serviços e sustentabilidade do desenvolvimento.

pertinente numa altura de revisão de muitos dos Planos Directores Municipais (PDM's) da 1ª geração;

- Difundir um conjunto de critérios básicos, essenciais para uma análise territorial do desempenho numa rede de transportes colectivos, que fundamente o diagnóstico das suas fragilidades / potencialidades e que, posteriormente, sustente as decisões a tomar, seja ao nível das intervenções na rede de transportes propriamente dita, seja ao nível dos usos do solo;
- Ilustrar e exemplificar, com base na experiência da TIS.PT², alguns tipos de análises possíveis de serem realizadas a redes de transporte colectivo com recurso a SIG's .

De referir, que a abordagem aqui apresentada é essencialmente focada para redes de transporte colectivo, sendo no entanto possível extrapolar o método para qualquer rede de transportes.

2. Como abordar os transportes a nível concelhio?

A organização do transporte colectivo é uma tarefa complexa, que envolve sempre a necessidade de compreender como é que a oferta se adequa à procura, ou seja, perceber onde está a procura e como é satisfeita.

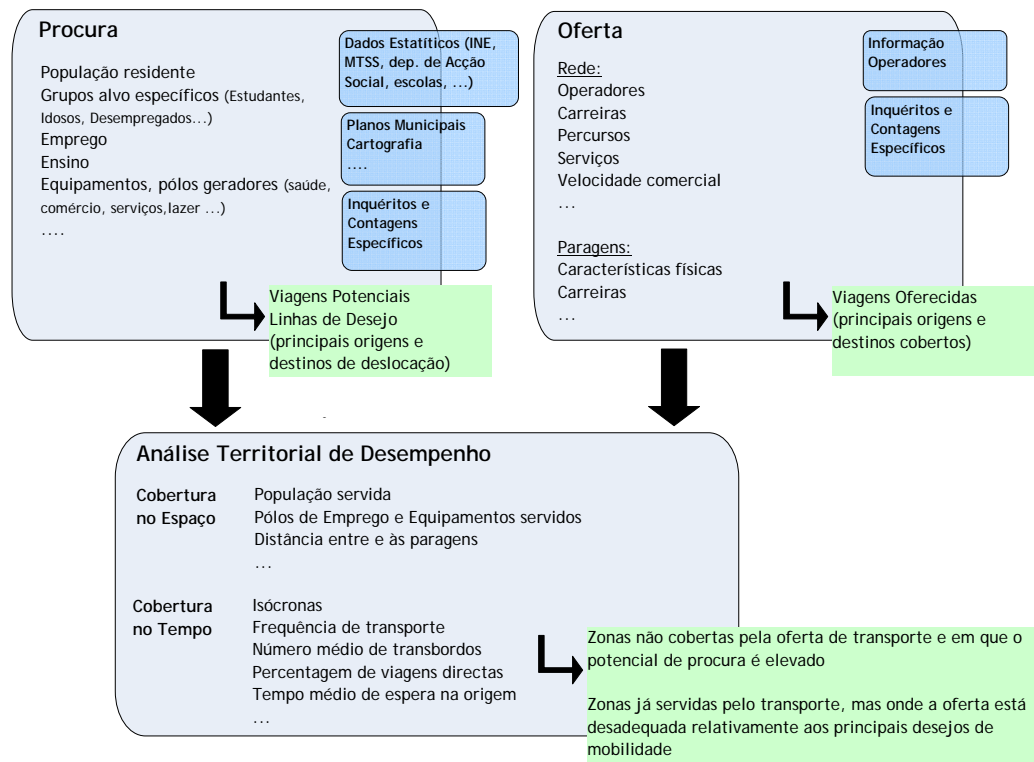
Assim, a avaliação de desempenho numa rede existente ou a análise de viabilidade de implementação e novos serviços, envolve o conhecimento e confrontação da informação sobre a procura (existente e potencial) e a oferta de transportes, sendo que os SIG's permitem a integração, tratamento, visualização e análise desta informação.

No esquema a seguir apresentado resumem-se as principais variáveis (e habituais fontes de informação) de caracterização da oferta e da procura, necessários para

² A TIS.PT é uma empresa de consultoria na área de transportes e mobilidade, que ao longo de vários anos tem utilizado na sua actividade *softwares* específicos de modelação de redes e de SIG's para a realização diversos estudos.

uma avaliação expedita do desempenho nas componentes espacial e temporal de uma rede de transportes no âmbito de utilização dos SIG's.

Esquema conceptual de abordagem à análise territorial de desempenho de uma rede de transportes



Genericamente, para a caracterização da procura deverá ser integrada na base de dados do SIG a informação estatística disponível relativa à caracterização da população, do emprego e de outros serviços ou equipamentos geradores de viagens, bem como, caso exista (ou se pretenda uma avaliação mais robusta) a informação decorrente de inquéritos específicos à mobilidade. A informação a integrar pode ser mais ou menos complexa em função dos objectivos do estudo, sendo que ela deverá, no mínimo, permitir estimar o volume de viagens potencialmente captáveis por zona e, caso exista informação, compreender a procura real da rede de transportes. Ou seja, esta informação deverá possibilitar a construção de uma matriz origem - destino de viagens que represente as principais linhas de desejo de mobilidade da população.

Ao nível da caracterização da oferta deverá ser integrado no SIG a informação sobre as carreiras existentes e suas paragens, informação esta tipicamente dispersa pelos operadores de transportes do município em análise. Esta informação deverá

permitir uma leitura das viagens que são possíveis de realizar com a oferta disponível.

Recorrendo às potencialidades de análise e tratamento da informação dos SIG's é possível, construir um conjunto de indicadores de avaliação da cobertura espacial e temporal da oferta proceder à verificação da qualidade do serviço existente.

Nos pontos seguintes desenvolvem-se, com base na experiência técnica da TIS.PT, algumas recomendações ao nível da informação básica de caracterização da oferta e da procura a integrar em SIG e, por fim, apresentam-se alguns exemplos de análises de desempenho realizadas nalguns estudos concretos.

3. Recomendações sobre a informação de base

3.2. Caracterização da Procura

Numa análise a sistemas de transporte, é fundamental uma visão territorial da área onde o sistema se insere, na medida que existem variáveis territoriais que permitem estimar de modo abrangente a oferta e procura de transportes na zona. Entre várias variáveis existem algumas que são fulcrais, como sejam, a população, os pólos de emprego e os equipamentos, que são os principais pontos de geração e atracção de viagens.

Os locais de residência populacional, ou mais genericamente, a população, são regra geral, analisados com recurso a informação do INE, através de informação dos Censos (recenseamento geral da população de Portugal) ou de estimativas populacionais que são quantificadas anualmente. A análise poderá ser realizada ao nível do número de habitantes ou ao nível da densidade habitacional.

A informação associada a pólos de emprego e equipamentos, como seja a localização e número de empregados / visitantes, não é tão fácil de obter como a população. No caso dos equipamentos, o município pode dispor desta informação em formato vectorial, mas no caso dos pólos de emprego, este tipo de informação é mais escasso. Uma possibilidade de obtenção de dados do emprego é a partir da

informação fornecida pelo Ministério do Trabalho e Segurança Social (MTSS), que implica contudo a geo-codificação dos endereços fornecidos.

Reforça-se que uma das potencialidades de recurso a SIG's é permitir articular diferentes fontes de informação, muitas vezes dispersas dentro do próprio município, e com base nessa informação melhorar o conhecimento da realidade e direccionar mais eficientemente as propostas e investimentos. Por exemplo, a disponibilidade de informação sobre a localização de bairros sociais ou zonas com elevado peso de pessoas com rendimento de inserção social, tipicamente compilada nos departamentos de acção social, pode ser importante cruzar com a oferta de transportes colectivos no sentido de perceber se estes estão ter um contributo positivo nas políticas de integração social.

Outro exemplo, é a integração da informação sobre a procura escolar e a oferta de transporte escolar, que pode ser uma mais valia para validar eventuais sobreposições de oferta e otimizar a oferta global de transporte concelhio.³

3. Caracterização da oferta

Para a caracterização da oferta de transportes é fundamental ter como informação de base mínima o desenho da rede e suas paragens em formato vectorial e georeferenciado.

Actualmente, esta informação encontra-se disponível em muitos concelhos, mas infelizmente ainda não é regra geral. É importante que os municípios iniciem este processo de digitalização já que é uma informação que facilita a análise. Actualmente é possível proceder a estes levantamentos com recurso à utilização de tecnologia de GPS associada a um SIG, numa plataforma do tipo PDA ou PC portátil. Esta metodologia permite maior precisão na recolha de informação e ganhos de produtividade na recolha e tratamento de informação.

³ Num estudo desenvolvido para o município de Bragança, ao cruzar esta informação que se encontrava dispersa entre os Serviços Transportes e os de Acção Social, conclui-se haver uma significativa margem de optimização da oferta que permitiu a redução dos custos municipais associados ao transporte escolar.

Assim, como informação base, a rede de transportes deve-se encontrar desenhada de forma desagregada para todas as linhas de serviço existentes (ou propostas) e, a cada linha, devem estar associados pontos de paragens, que são os pontos a partir dos quais se analisa o desempenho da oferta de um sistema de transportes colectivos convencional.

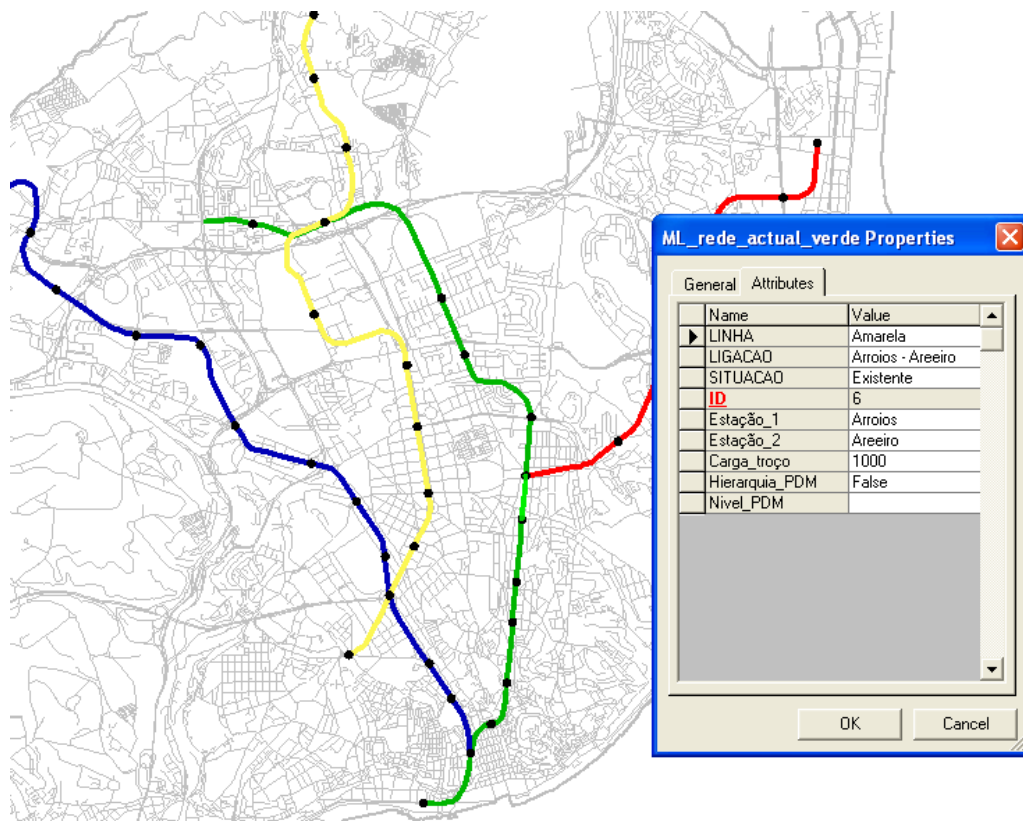
Para facilitar a análise de uma rede (sobretudo as mais complexas que abrangem vários modos de transporte), a paragem deve ser única para as várias linhas que a utilizem, quer se trate de paragens na via pública, quer de interfaces.

Além da informação base, que como foi referido se trata de uma informação mínima, a utilização de SIG's na análise de sistemas de transporte, permite também a visualização espacial da oferta e associar ao traçado toda a informação alfanumérica pertinente de ser obtida e analisada.

Como exemplos de bases de informação de redes de transporte, ilustram-se os casos da rede do metropolitano de Lisboa e da rede de autocarros dos Horários do Funchal que, tendo como suporte a informação disponibilizada pelas entidades respectivas, a TIS.PT formatou e integrou no seu sistema SIG para diferentes âmbitos de análise.

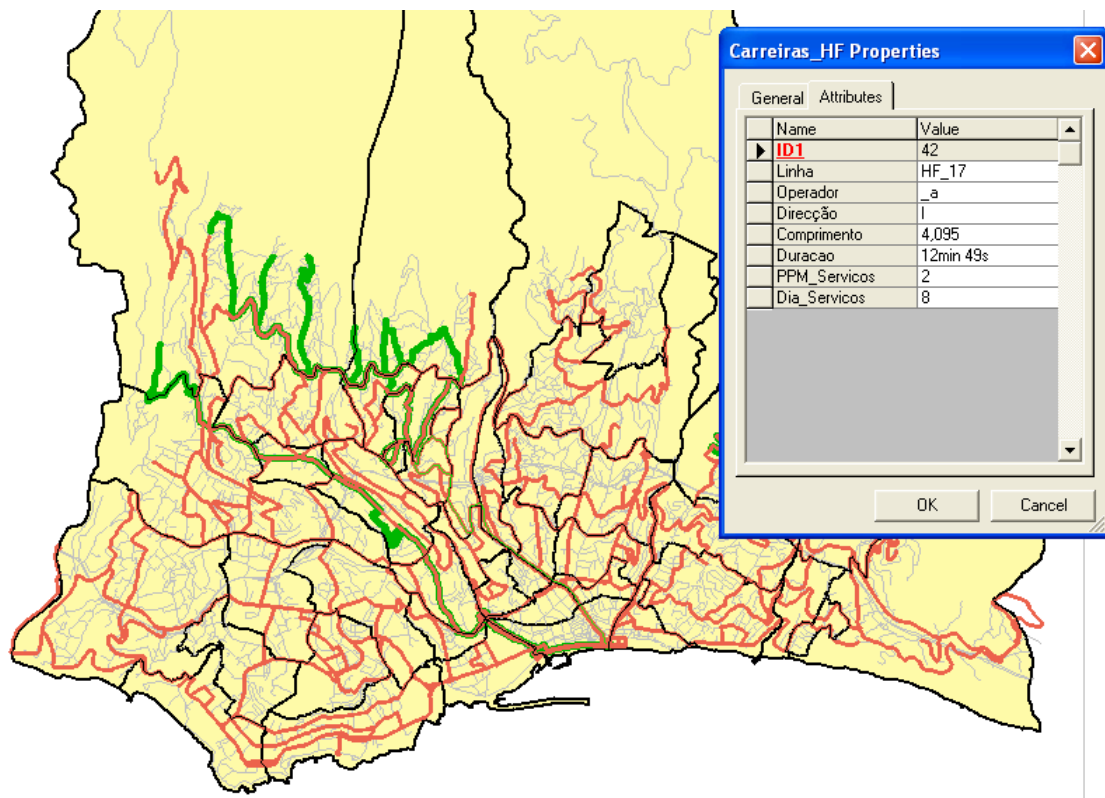
Para análise mais completa, é possível incorporar outro tipo de informação disponível, designadamente os horários das carreiras, ou indicadores de fiabilidade e pontualidade, para validar se estes ocorrem segundo padrões específicos.

Exemplo de características da rede do Metropolitano de Lisboa carregada em SIG



Fonte: Estudo de Mobilidade de Lisboa 2004

Exemplo de características da rede dos Horários do Funchal carregada em SIG



Fonte: Estudo de Mobilidade do Funchal 2006/2007

4. Exemplos de indicadores de desempenho

Através do cruzamento da informação da rede de transportes com a informação territorial, é possível observar a cobertura espacial da rede e identificar os locais melhor ou pior servidos. Além do diagnóstico é também possível o desenho de soluções que colmatem eventuais falhas de cobertura.

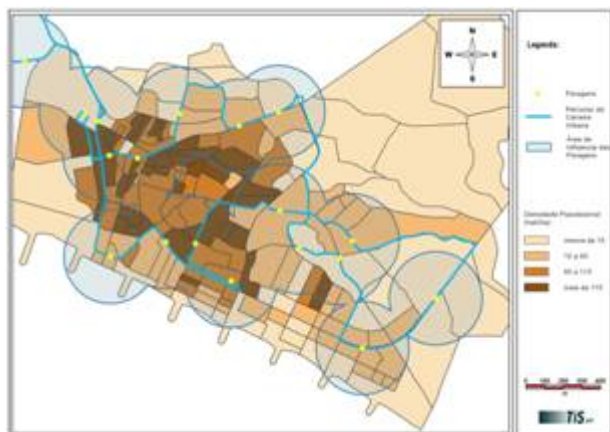
A análise de cobertura de rede de transportes colectivos encontra-se associada à paragem dos transportes e não a toda a rede propriamente dita. A cobertura ou área de influência difere com o tipo de transporte considerado e com a topografia do terreno que é tanto maior quanto a hierarquia do modo de transporte e quanto menos acentuado for o declive do terreno.

4.1 Cobertura Espacial: População Servida

Como é de senso comum, a mobilidade da maior parte de qualquer indivíduo tem como pontos de origem ou destino de um conjunto de viagens diárias, o local da sua residência. Deste modo torna-se essencial uma análise à cobertura territorial dos focos populacionais existentes em determinada área, que permite aferir se os locais de maior concentração populacional se encontram cobertos pela rede de transportes existente.

Como exemplos de análise, referem-se dois projectos realizados pela TIS.PT, o “Estudo de circulação em Quarteira” realizado em 2005 e o “A revisão do PDM do Bombarral” em 2007.

Exemplo de análise da cobertura espacial duma carreira urbana existente



A pedido da Câmara Municipal de Loulé, foi realizado um estudo de análise da circulação em Quarteira, nomeadamente o diagnóstico da carreira urbana existente.

Dado que se trata de uma zona relativamente plana, consideraram-se raios de influência das paragens de 250 metros, verificando-se que 85% da população se encontra servida.

Em fase posterior de proposta, foi sugerida a alteração do percurso, optimizando-o mas abrangendo o mesmo número de residentes.

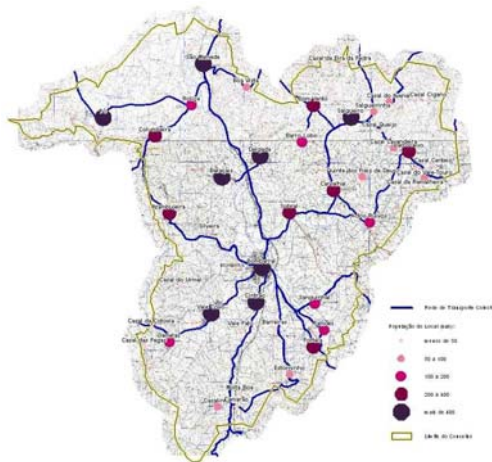
Fonte: Estudo de circulação da cidade de Quarteira, 2005

Exemplo de análise do sistema de transporte para o PDM do Bombarral

No caso do PDM do Bombarral, foi realizada uma análise a maior escala, ao nível do transporte interurbano dentro do concelho.

Deste modo foi analisada, com recurso a um software SIG, a cobertura da rede de autocarros da Rodoviária do Tejo nos principais agregados populacionais do concelho.

Entre outras conclusões, do diagnóstico resultou que, 95% da população do Bombarral se encontra servida e que todos os locais com população superior a 100 habitantes se encontram abrangidos pela rede.



Fonte: Revisão do PDM do Bombarral, 2005

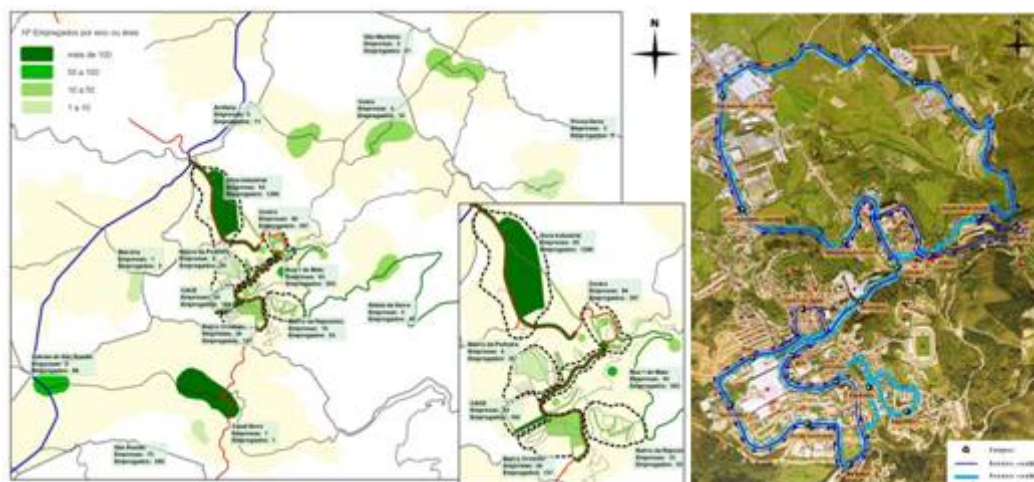
É de referir que em alguns concelhos pode surgir a necessidade de uma análise sazonal, dado que os valores de população/procura podem-se alterar em determinados períodos do ano (por exemplo, nas zonas turísticas).

4.2 Cobertura Espacial: Emprego e Equipamentos

Os pólos de emprego e os equipamentos de apoio são importantes na análise de um sistema de transportes colectivo, na medida que são locais com grande atracção de viagens da população, residente ou não no concelho (no seu dia-a-dia ou ocasionalmente). Não apenas a população, mas também estes pólos, devem ser bem servidos pela rede de transportes colectivos, com vista a alcançar o objectivo de tornar a mobilidade mais sustentável.

Como exemplo, apresenta-se a análise retirada do “Estudo de Viabilidade da rede de transportes urbanos em Seia”.

Exemplo de identificação dos pólos de emprego



Fonte: Estudo de Viabilidade da rede de transportes urbanos em Seia, 2007

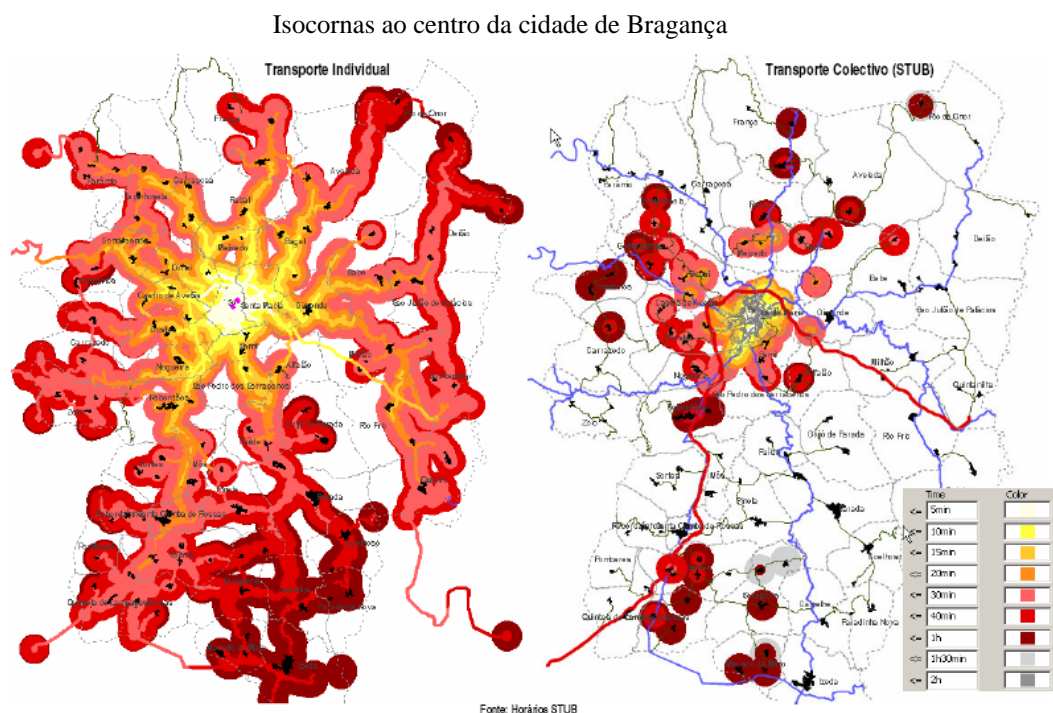
Neste projecto foi pedido à TIS.PT uma proposta de desenho e estrutura de uma carreira urbana de autocarros no centro da cidade de Seia.

Para desenho do circuito, foram identificados todos os locais de emprego com informação relativa a número de empresas e número de empregados, e identificados os equipamentos de apoio existentes na cidade. Com base nesta informação e nos dados de população, foi desenhada a carreira urbana, com o fim de melhor servir todos os pontos numa óptica de optimização de percurso.

4.3 Cobertura Temporal: Tempos de Acesso e Frequências

Para além da verificação do acesso físico ao transporte, avaliável através de indicadores de cobertura espacial da rede, devem ser também analisados indicadores de cobertura temporal da rede, como, por exemplo, o tempo de viagem necessário para as deslocações, ou a repartição da oferta ao longo do dia.

Como exemplo deste tipo de análise, apresentam-se, na figura seguinte, as isocronas de tempos de viagem em transporte individual (TI) e em transporte colectivo (TC) para o concelho de Bragança. Esta análise, permitiu evidenciar a dificuldade do TC em competir com o TI (em termos de tempo de viagem), especialmente em alguns aglomerados da zona sul do concelho, onde os autocarros demoram mais de 1 hora de tempo de viagem e o TI menos de 40 minutos.

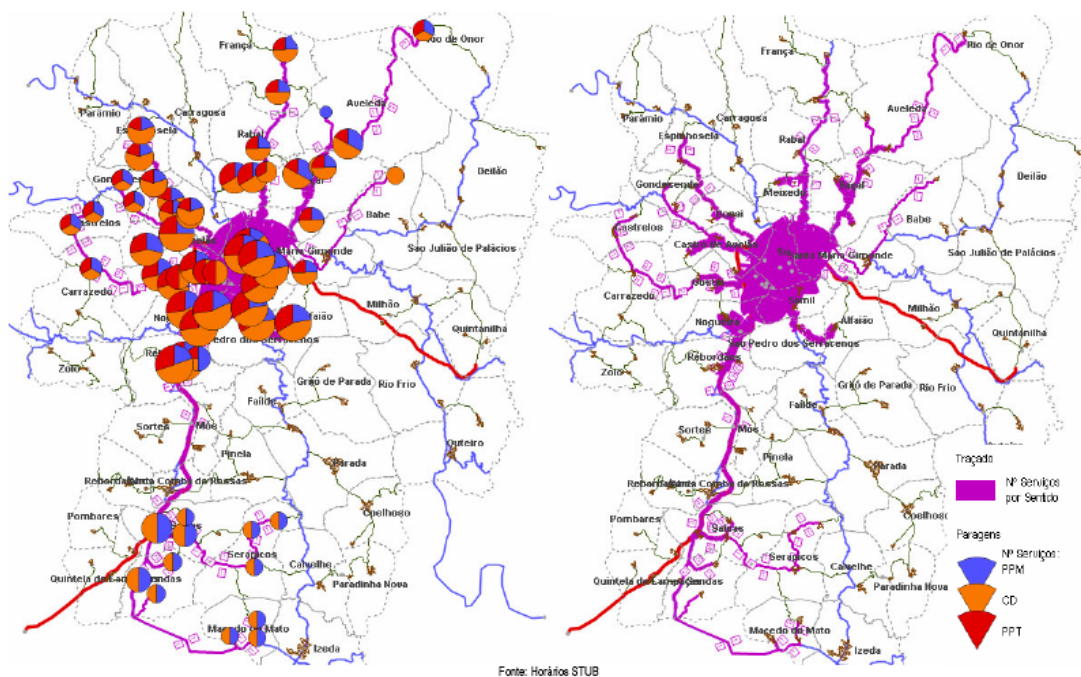


Fonte: Estudo de promoção da rede de transportes colectivos no concelho de Bragança, 2006

Na figura seguinte apresenta-se, também para o concelho de Bragança, a distribuição territorial da frequência de circulações, tanto em termos globais para um dia útil médio (à direita), como por período do dia (PPP – período de ponta da manhã, CD – Corpo do Dia e PPT – período de ponta da tarde). Com esta análise

é possível verificar a existência de diferentes níveis de serviço no território concelhio, com uma maior concentração da oferta (e maior distribuição ao longo do dia) em torno da cidade e onde, simultaneamente, também se registam maiores densidades populacionais.

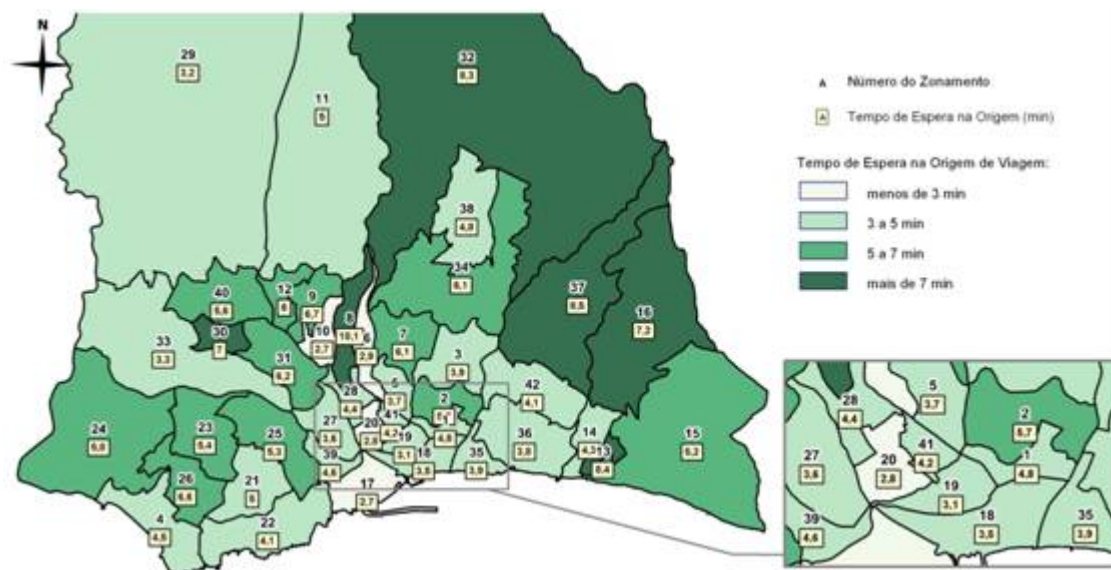
Distribuição Territorial da oferta



Fonte: Estudo de promoção da rede de transportes colectivos no concelho de Bragança, 2006

Outra forma de avaliar o tempo associado ao serviço é cartografar o tempo médio de espera associado à oferta disponível. A figura seguinte exemplifica este indicador para a cidade do Funchal, o qual permitiu evidenciar as zonas da cidade pior e melhor servidas.

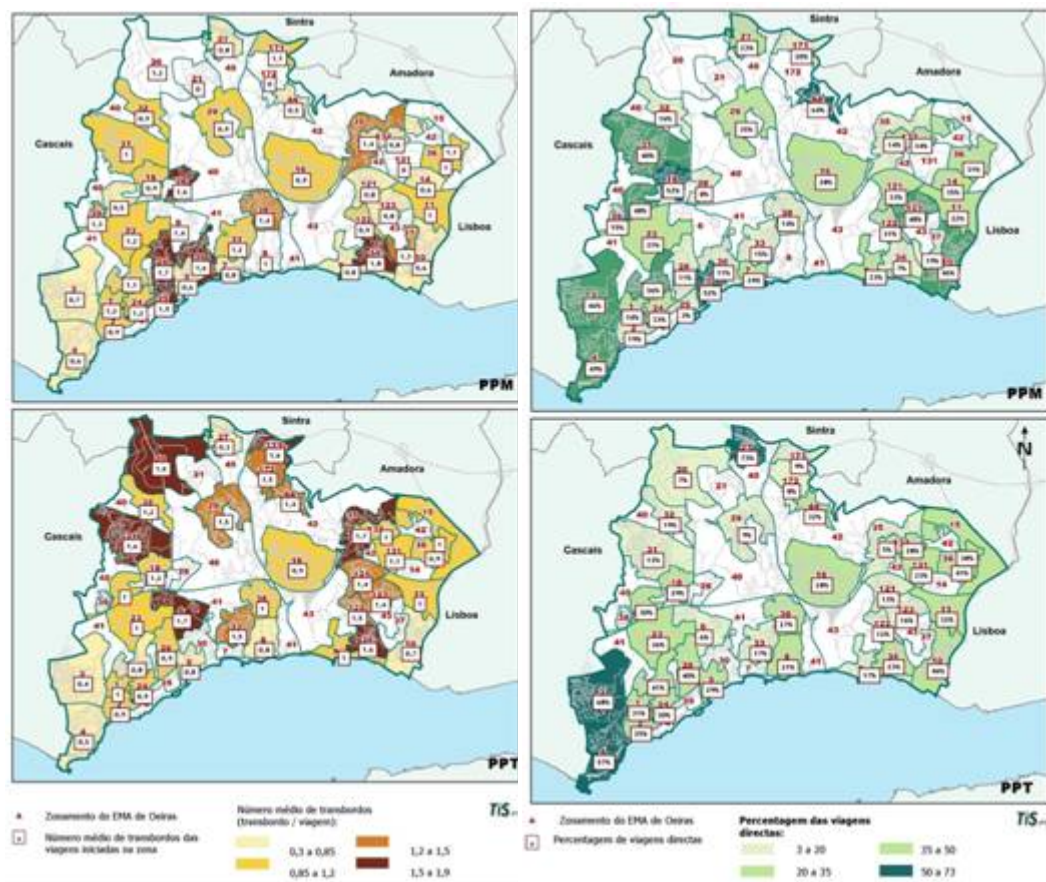
Tempo médio de espera na origem



Fonte: Estudo de Mobilidade do Funchal 2006/2007

Não directamente associado ao tempo de viagem, mas reflectindo-se no conforto e facilidade de utilização do sistema de transportes, apresenta-se a seguir a análise territorial da disponibilidade de ligações directas em TC e do número médio de transbordos realizados pelos residentes das diferentes zonas do concelho de Oeiras.

Número médio de transbordos e Percentagem de viagens directas



Fonte: Estudo de Mobilidade de Oeiras 2007

5. Conclusões

Os SIG's são uma importante ferramenta para a análise territorial da oferta de transportes, tendo-se neste documento procurado exemplificar algumas análises possíveis. Necessariamente que a abordagem não é exaustiva, pretendendo-se sobretudo promover e estimular uma maior e melhor articulação entre a informação territorial e dos sistemas de transportes.

É nossa percepção que a partir das ferramentas que muitos municípios já dispõem, seja possível um grande salto qualitativo na análise de sistemas transporte, antes de entrar em áreas mais complexas de modelação, o que se torna incontornável na presença de rede de maior dimensão dos grandes centros urbanos.

Urban Harvest Mapping Tool – Wageningen's study case

Ricardo Ribeiro Barranco

MSc Thesis in Urban Environmental Management – Urban Environment Group - Wageningen University of Research

P.O. Box 9101, 6700 HB Wageningen, The Netherlands

Email: ricardobarranco@gmail.com

Abstract

Following Urban Harvest Project guidelines and recent European policy, this thesis tried to develop a GIS mapping tool methodology. Such was used to identify spatial influence of services buildings in a given region, spaces with harvestable conditions and complementary alternatives to those. The chosen service for this purpose was goods and food supply, provided by Wageningen's supermarkets. Complementary actions to approach Wageningen to such goals, could pass by implementing a mobile service, creating a new open market (similar to the one already present in the city) and by rethinking supermarkets number and/or physical distribution. From four created scenarios it was shown the capability to improve spatial coverage, from 2,1 millions m² verified presently, up to 3,2 millions m² with the proposed measures, in a 57% increase. The entire methodology created can be applied, to other types of services, making it extremely adaptable to diverse situations and studies.

Keywords: *urban harvest, urban planning, Geographic Information Systems (GIS), modelling, spatial analysis, mobile service*

1. Introduction

Urban Harvest (UH) is the use, in the most productive way, of all the resources available in an urban tissue with the least environmental impact possible.

This definition implies that environmental impacts arising from human activities inside an urban tissue are internalised. Urban Harvest works on the principles that ‘what enters the urban tissue stays inside, and harvesting all possible resources from within the urban environment to provide in the cities own needs’ [1]. The ultimate target of Urban Harvest is a scenario in which nothing escapes from the urban tissue. Progress in Urban Harvesting is measured in terms of the distance between the Present Urban Harvest situation in an urban tissue and the zero-escape scenario (Potential Harvest).

1.1. Urban Space Harvest

Space and the use of space inside the urban fabric are constantly changing and therefore there is a need to see the potential to act on a short-term as well as on a long-term basis.

Solving urban space issues should not be limited to harvesting empty space in a city. Urban Space Harvest needs to be incorporated in a holistic approach of concepts. This demands a better management and more efficient use of urban space. Just as Sustainable building is not a problem of construction but a management and policy problem, so are qualitative and quantitative spatial problems not just a problem of lack of physical space. Applying the right concepts through good management and policy making are a crucial step towards solving urban space issues [2].

Urban Space Harvest tries to make available any space within an urban system; whether is indoor, outdoor or mobile space; that can be put to use on a short or long term basis to provide in the city’s spatial need or to improve the overall urban spatial quality [3].

1.1.1. Urban Space Harvest Scan

This “Urban Harvest Scan” includes screening, accounting and mapping the current harvest and the maximum harvest potential of a particular urban system or

urban tissue after which consequently different scenarios can be developed to get closer to the maximum harvest potential. This is an approach on which policy makers can base their decisions. The scope of the space harvest scan is at this moment limited to the harvesting of empty 2D space [1].

1.1.2. *The Service concept*

More general, the “Service concept” could be defined as follows: where functions and activities are provided as a service instead of offering technology-based solutions [1]. Translated to space, this means that the use of physical space can often be avoided when we shift from resource-based activities to service-based activities.

A successful planning policy will help ensure that people have access to undertake the activities they wish to, without the need to travel long distances. Planning policy can also ensure that facilities most likely to generate or attract major journeys are located at or around public transport nodes, or along public transport corridors. It can also ensure that more local destinations are also convenient and safe for access on foot or by cycle. While such policies may only have an impact in the longer term, they are crucial to reversing growth trends in car travel demand [4]. In this way cycles are closed, there is a transport reduction and quality of life is influenced in a positive way, as customers will spend less time shopping and commuting to the supermarket. Local stores and markets can grow into new meeting places [3].

2. Methodology

With the creation and combination of four main model processes, was possible to study how supermarkets interact with surrounding spaces. Besides that influence (*Weight* models), were also mapped areas where it is verified an overweight of such influence (*Overweight* models). Implementation of a complementary mobile service was based on the *Corridor and Costpath* models. *Corridor* identifies potential harvestable zones, while *Costpath* elaborates a unique viable route. Such model was also applied into a neighbourhood ranking (*Ranking*), helping recognize the most harvestable to develop the referred service. This was based using 12 neighbourhood indicators from the Dutch Central Bureau of Statistics

(CBS). They reflect various social, economic, demographic and transportation aspects. The harmonizing of the physical and mobile distributions was developed by combining the *Weight* and *Costpath* results at the same time. Being climate change an important topic within Urban Harvest, the amount of CO₂ saved with the mobile service implementation was also addressed (*CO₂ Costpath* models).

2.1. Scenarios

In order to have a good perspective into the capabilities of GIS techniques and a better understanding of Wageningen's current situation, four case scenarios were developed for comparison:

Present Scenario - The first one represents the existing situation, with the 8 established supermarkets and their correct location;

Realistic Scenario 1 - The second is hypothetical but can represent a viable option in the future, were 2 of the current establishments are deactivated (*Buitenwijk Wageningen-Noord* and *Buitenwijk Wageningen-Oost*). The chosen belong to an agglomerated that goes from *Buitenwijk Wageningen-Noordoost* to *Buitenwijk Wageningen-West* and are intercalated with the rest of the group;

Realistic Scenario 2 - The third is quite like the preceding but has an extra analysed space (*Buitenwijk Wageningen-Noordwest* – 9774), which may represent a locally grown products market. This space may be dismountable and similar in characteristics to the market that already takes place in Wageningen

Potential Scenario - The last scenario tries to achieve the maximal spatial influence using the same amount of existing supermarkets as the present situation. It was decided to select one per each neighbourhood. This selection was made by calculating central features using the area of each building as weight field.

3. Results

3.1. Weight

The map (Figure 3-1) shows us at black the establishments in Present Scenario and how their influence evolves on the surrounding spaces. The transition from red to green facilitates the perception of the decreasing weight, provoked by distance. Not coloured spaces signify they were not taken into account.

A final figure (Figure 3-2) with results for each scenario (divided into indoor and outdoor space) was created in order to compare them and take out some conclusions. The Present Scenario was considered as 100 %, so this way was possible to see if there is a reduction or increase in relation with the other scenarios.

The same figure demonstrates that the Realistic Scenario 2 experiences an overall growth, both for indoor and outdoor spaces. The inclusion of a local market, in that specific region, compensates the loss of two establishments. On the days that the market would be present, the covered spatial area will be higher than what is verified presently.

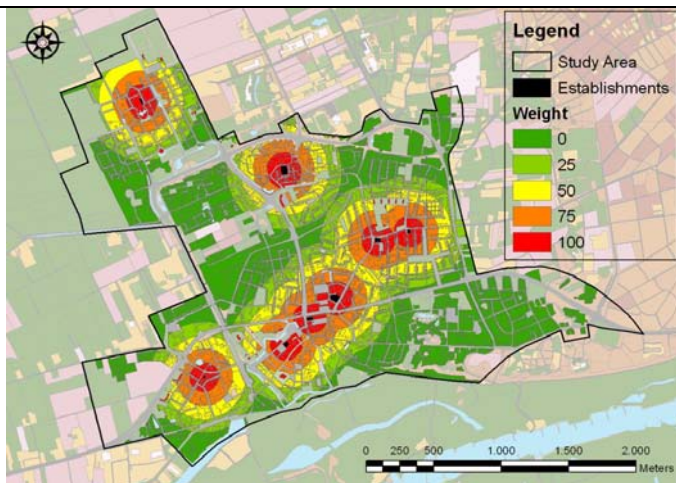


Figure 3-1. Weight results for Present Scenario

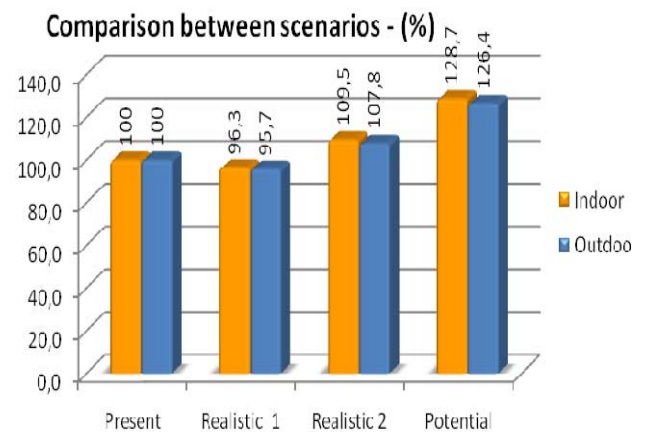


Figure 3-2. Comparison between scenario areas

The Potential Scenario shows that if the supermarkets site selection would take only into concern Wageningen's geographical space coverage, the effectiveness of the 8 would be 27% superior. This results in a good comparison term for the remaining cases and it is expected to represent the maximum value achievable.

3.2. Overweight

This model generates the same type of data but this time instead of using the weight/distance as study attribute, the number of establishments was applied (Figure 3-3). Using the percentage each number of establishments represented in each situation, it is possible to see how much of every scenario is under overweight (Figure 3-4).

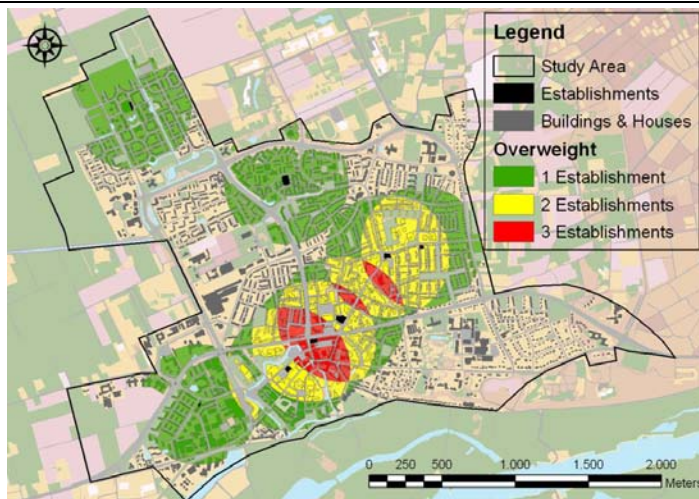


Figure 3-3. Overweight results for Present Scenario

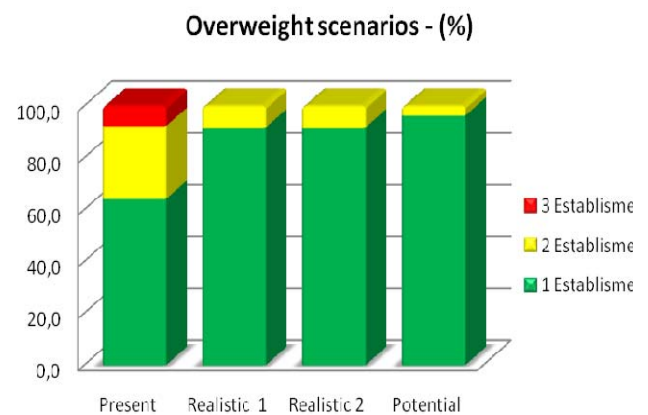


Figure 3-4. Overweight establishments' rates for all scenarios

The first reflection that comes to mind tells us that the Present Scenario is, in space avail, the less desirable. It is the only one presenting areas where is possible to find three supermarkets within a 400 meters radio and where the two establishment overweight is the most elevated.

Deactivating the two supermarkets will reduce deeply the overweight. The spaces under the influence of tree establishments cease to exist and areas under two greatly decrease (Realistic Scenario 1).

The above graphic lead to conclude that the existence of a market in *Buitenwijk Wageningen-Oost* (Realistic Scenario 2) will not alter to a large extent the two establishments overweight, in comparison with the previous situation. Such means this could be a good location if it is decided to implement a market.

3.3. Corridor and Costpath

Just like in the previous model, here we can see the areas with conditions to be harvested by a mobile service of this kind. Since a complete circuit path needs to be implemented, in order to connect all points, *Corridor* mobile spaces and *Costpath*, pass by areas not so desirable but their influences are only felt on completely favourable spaces. The *Corridor* is represented in orange/brown and the *Costpath* in blue. This last is completely included within the wider *Corridor* space (Figure 3-5).

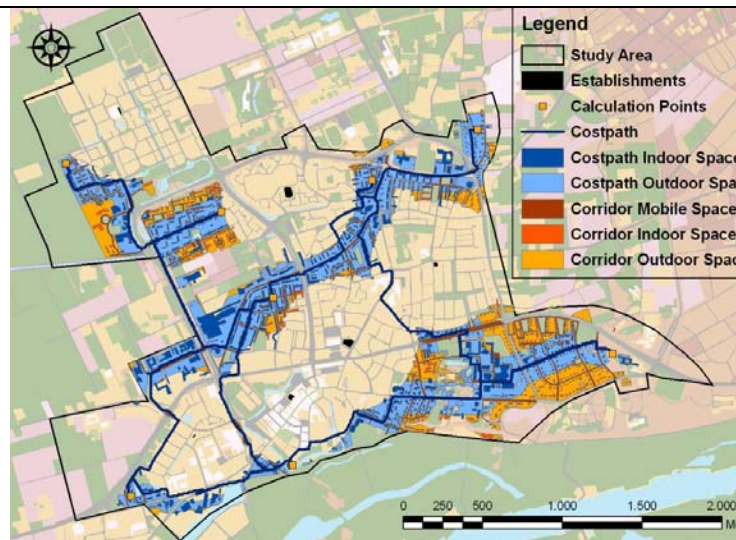


Figure 3-5. Corridor and Costpath results for Realistic Scenario 1

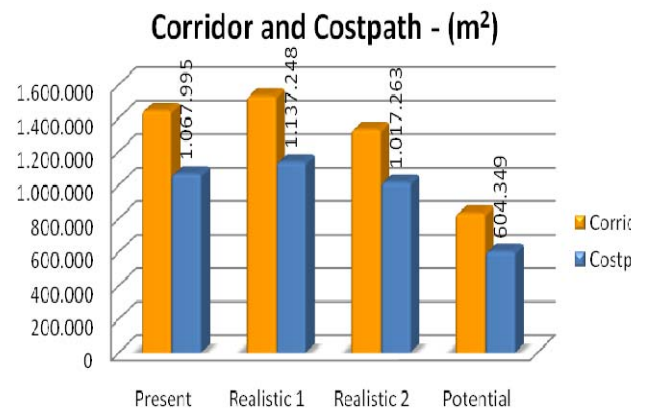


Figure 3-6. Corridor and Costpath results for all scenarios.

As suggested by all scenarios, it is possible to complement Wageningen with a mobile service. After generating a possible route for it (*Costpath*) it was calculated that its space coverage represents around 74% of the potential space for this service category (*Corridor*).

The mobile spaces, for both *Corridor* and *Costpath*, have its prevalent share on the streets. This goes with what was defined initially, favouring the road infrastructures closer to homes and inside the neighbourhoods, where is located the target population.

3.4. Ranking

For the first time in the resulting maps (Figure 3-7), the study area was divided into neighbourhoods, offering a more comprehensive and complete notion of Wageningen's organization. The graduated colours (red – less favourable to green – more favourable) were related with the obtained ranking. The inclusion of the *Costpath* line let us have a closer panorama how the implementation of a mobile service can be assured.

Considering calculations at neighbourhood level, offers us a greater knowledge of how functions Wageningen's dynamics. Changes to each scenario parameters are reflected on certain area values and rankings, and an altered space can influence its neighbouring ones.

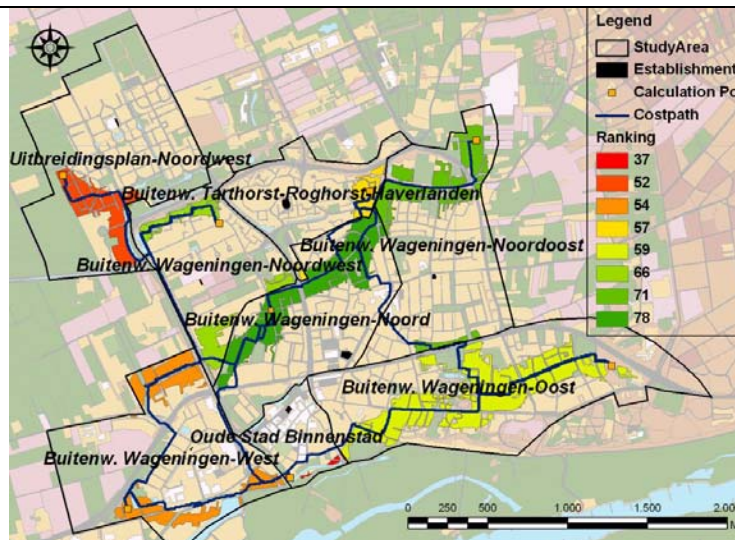


Figure 3-7. Ranking results for Realistic Scenario 2

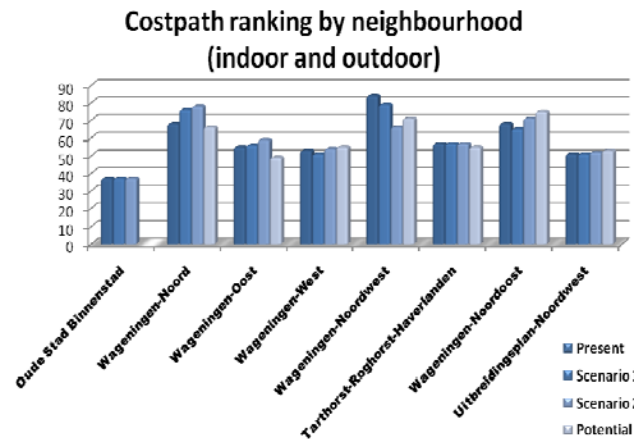


Figure 3-8. Neighbourhoods ranking results for all scenarios.

The *Buitenwijk Wageningen-Noordwest* on the Present Scenario has the highest ranking from all neighbourhoods in all scenarios (Figure 3-8). Such sustains the idea of a good possible localization for a local market. Supporting in favour is the fact that this neighbourhood presents one of the major areas to be harvested and is characterized by the highest habitants 5 year mutation (14%). The large amount of open spaces gives opportunity to a future localization.

3.5. Weight and Costpath

A detailed panorama of *Weight* and *Costpath*, in each neighbourhood for each scenario, can be observed in Figure 3-11. From it was possible to see the changes for both situations, easing the understanding of the relations established. It was also possible to notice which neighbourhoods might have higher harvest potential and lower supermarket presence felt. How implementing a market or a supermarket (*Buitenwijk Wageningen-Noordwest* - 2890004 in Realistic 2 and Potential scenarios) could influence space and the consequences of the their overall reduction (Realistic Scenario 1 and Realistic Scenario 2).

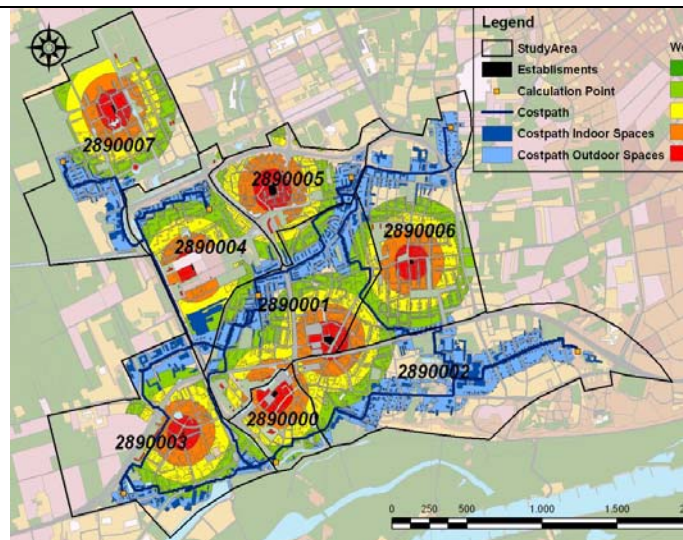


Figure 3-9. Weight and Costpath results for Realistic Scenario 2

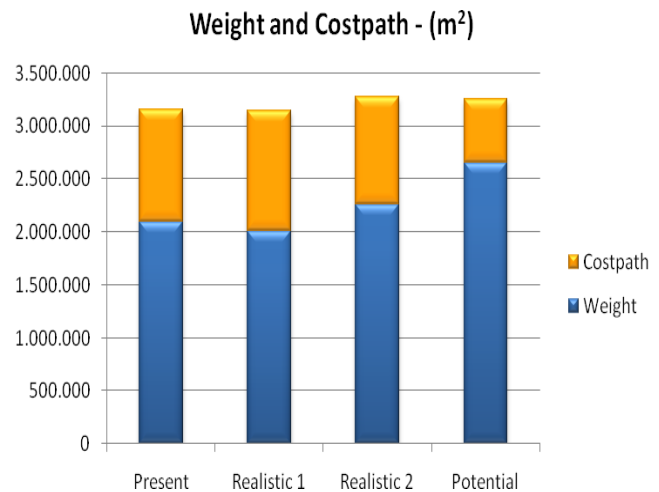


Figure 3-10. Weight and Costpath results for all scenarios

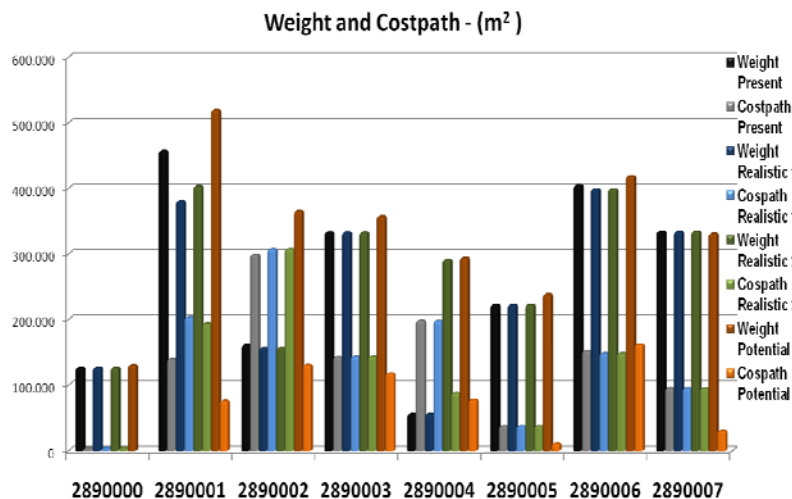


Figure 3-11. Neighbourhoods Weight and Costpath results

The establishment's number reduction, the creation of a temporary market and the creation of a mobile service in Realistic Scenario 2 (Figure 3-9) could imply the widest amount of space harvested even when comparing with Potential Scenario (Figure 3-10). It combines a considerable *Weight* (favoured by the new market) and a *Costpath* not too different from the tree remaining scenarios. *Costpath* / *Weight* proportion in all scenarios was around 1/3, except in Potential Scenario where was 2/8 because of the better establishments' coverage, which limited available proper space for *Costpath*.

When looking at Wageningen's present situation, where this service is provided by 8 supermarkets, covering around 2,1 million m², the city could, by implementing the proposed measures of Realistic Scenario 2, an improvement up

to 3.2 million m², which represents an increment of 57 % of the space covered (Figure 3-10).

3.6 CO₂ Costpath

To all scenarios was created a map representing the indoor spaces used in the calculations, the central features used as sources and the establishments as targets points. Connecting these points is the resulting *CO₂ Costpath* which represents the average distance, for the people served by the mobile service, within every neighbourhood (Figure 3-11).

If the population uses this service, it will have less necessity to dislocate by car/motorcycle to supermarkets. This way, and by knowing the average length and number of vehicles involved, could be estimated how much CO₂ emitted can be reduced. Every time the entire *Costpath* population options by not using motor vehicles for shopping, due to the mobile service, Wageningen is saving a determined amount of emissions (Figure 3-12).

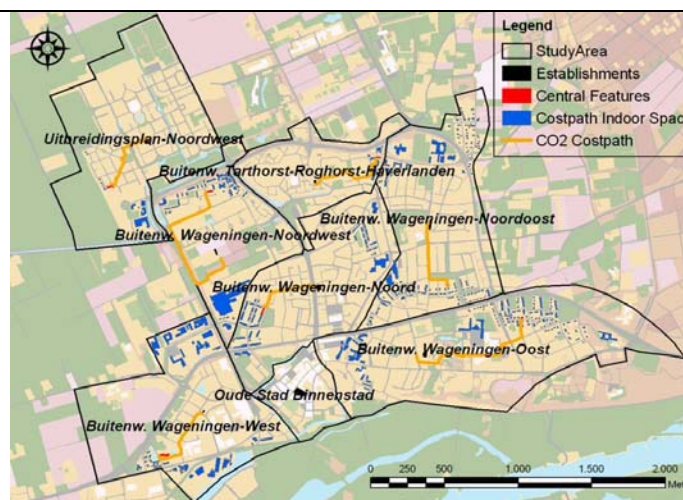


Figure 3-11. CO₂ Costpath results for Potential Scenario

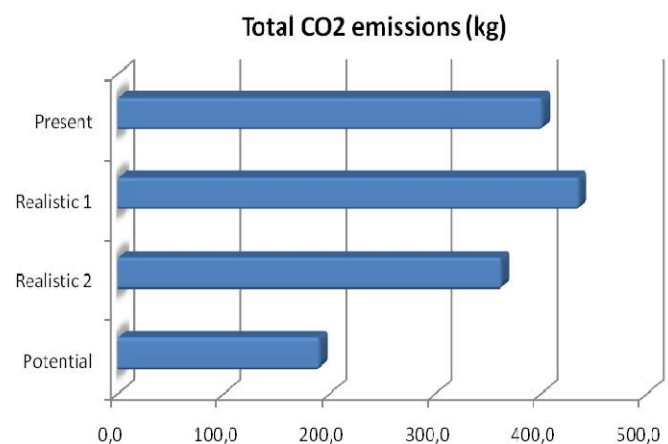


Figure 3-12. CO₂ Costpath results for all scenarios

The small CO₂ variation is an indicator of how well adapted *Costpath* calculations were to the city. This reinforces previous calculations on the available harvestable space in Wageningen. In the present situation 40 trees are necessary to mitigate the travelling emissions associated to *Costpath* indoor spaces. These could be avoided with the implementation of a mobile service.

4. Final Considerations

It is important to develop a system to make these un-used resources and flows visible and plot the 'harvestable' resources and their magnitudes on the city map. This Urban Harvest Mapping tool should make it easier to pinpoint harvesting 'hot spots' with a high harvest potential. This can help city planners to adapt the layout of the built environment so as to minimise the negative effects of climate change and maximise urban harvest yields [1].

Realistic Scenario 1 shows that reducing the current number of establishments does not necessarily mean a dramatic fall on the spatial coverage. The differences from this scenario to the present are in large majority small. Just like in the following scenarios, overweight levels ceased to reach 3 supermarkets, being felt at the maximum 2 supermarkets within the same spaces.

Realistic Scenario 2 seems a good way to use Wageningen's space types in a desirable multifunctional way. In the proposed market several activities, like commercial and leisure, may occur at the same location but at different timings, allowing a better and more continuous use of these spaces. The new temporary market could function in complement to the existing one in the city and together with a mobile service.

This same methodology can be applied into other types of services. Such makes it extremely adaptable to diverse situations and studies. Since The Netherlands shares the same type of digital information, this confers it the capability of being applied at national level, allowing those same results comparison among different locations.

5. References

- [1] Flander, K. (2006) **Harvesting Urban Space Exploratory paper** - Reader UEM Module 2006: SAL20806, Urban Environment Group - Wageningen University of Research, The Netherlands
- [2] **Urban Harvest: Climate Change and the Sustainable City** by Urban Environment Group, Wageningen University, The Netherlands
- [3] Ronald Rovers & Dr. Okke Braadbaart – Urban Environment Group - Wageningen University of Research, The Netherlands

[4] **EUROCITIES for Sustainable Urban Mobility: Strength through diversity** - http://www.eurocities.org/include/lib/sql_document_card.php?id=4785, accessed at 7th of November, 2008

Parte XI

Produção, Qualidade e Desenvolvimento

Concepção e desenvolvimento das especificações técnicas da nova Carta de Ocupação do Solo de Portugal Continental

Mário Caetano, Vasco Nunes e António Araújo

Instituto Geográfico Português, Grupo de Detecção Remota

Rua Artilharia Um, 107

1099-052 Lisboa, Portugal

mario.caetano@igeo.pt

Resumo

O Instituto Geográfico Português (IGP) lançou recentemente um concurso público para a produção de uma Carta de Ocupação/Uso do Solo (COS) com elevado detalhe espacial e temático para o território Continental Português. A definição das especificações técnicas deste produto, pelo Grupo de Detecção Remota (GDR) do IGP, foi elaborada com base numa forte componente científica e em contacto permanente com os principais utilizadores da nova cartografia. Esta nova COS pretende actualizar a sua edição anterior (COS'90), introduzindo uma série de alterações significativas ao nível das especificações gerais, nomenclatura e regras de generalização, e incluindo uma avaliação da qualidade temática e geométrica. Pretende-se que esta Carta venha constituir um instrumento de relevo no panorama nacional da informação geográfica.

Palavras-chave: *Carta de Ocupação/Uso do Solo, Portugal Continental, Cobertura ortorrectificada de imagens aéreas, Produção cartográfica.*

Agradecimentos

O Grupo de Detecção Remota (GDR) agradece ao Comité de Acompanhamento para Cartografia Temática de Ocupação do Solo (CACTOS), comunidade científica e civil e a todos os colegas do IGP que participaram e se envolveram no desenvolvimento das especificações técnicas da nova COS.

1. Introdução

Os mapas de ocupação/uso do solo representam um papel muito importante no que respeita à definição, aplicação e controle de políticas sociais, económicas e ambientais. Estes mapas, constituem-se também como ferramentas de trabalho fundamentais, quer para instituições e empresas públicas quer privadas de todos os sectores de actividade.

Em Portugal, têm vindo a ser produzidos ao longo das últimas duas décadas vários mapas de ocupação/uso do solo, nomeadamente por parte de instituições públicas que, na maior parte das vezes, desenvolveram os seus próprios produtos. Em resultado, os mapas existentes foram produzidos quase sempre com orçamentos pequenos, com capacidade técnica muitas vezes menor que a exigível, de acordo com especificações técnicas determinadas pelos interesses particulares dessas mesmas instituições, etc. Estes factores conduziram ao desenvolvimento de informação de qualidade muitas vezes desconhecida, replicação de informação e consequente desperdício de recursos.

Em sentido contrário, representando uma tentativa delineada na esfera da Comissão Europeia e da Agência Europeia do Ambiente, de conjugar num único mapa os interesses alargados de todos, foi desenvolvido o projecto CORINE Land Cover (CLC), que conta já com duas edições (CLC'90 e CLC2000) [1] estando actualmente a ser produzida a sua terceira edição, o CLC2006 [2]. De forma semelhante, no âmbito de um projecto nacional, foi produzido no ano de 1990 um mapa de ocupação/uso do solo para Portugal Continental, a COS'90 [3].

No que respeita às necessidades dos utilizadores, ambos os casos, apesar do seu sucesso, não conseguiram dar uma resposta absoluta. Embora a iniciativa CLC tenha dado origem a produtos de elevadíssima qualidade, os mapas resultantes foram desenvolvidos à escala Europeia, e como tal, não podem em completo dar resposta às necessidades dos estudos a escalas locais. Já a COS'90, não obstante a tentativa de conciliar os interesses dos utilizadores nacionais e caracterizar a ocupação do solo com grande pormenor, foi desenvolvida utilizando especificações técnicas muito particulares, que vão contra os *standards* europeus e mundiais relativos à harmonização dos dados e conceitos geográficos. Para além deste facto, este mapa está hoje muito desactualizado e ainda, a sua qualidade temática nunca foi exaustivamente analisada e determinada.

Refira-se ainda que a correspondência temática resultante da sobreposição espacial entre alguns dos principais produtos cartográficos de ocupação/uso do solo existentes para Portugal Continental, apresenta um valor percentual da área analisada pouco satisfatório, revelando uma grande incerteza associada à utilização dos mesmos [4].

Assim sendo, com o objectivo de desenvolver um produto de ocupação/uso do solo de grande escala, para Portugal Continental, com uma elevada qualidade temática garantida, que ao mesmo tempo esteja enquadrado nas políticas europeias e mundiais de harmonização e qualidade dos dados geográficos, mas que também responda aos desejos e necessidades dos utilizadores desta informação, o IGP lançou em 2007 um projecto para a produção de uma Carta de Ocupação do Solo (COS) para um ano recente, possivelmente 2007. A produção do mapa resultante deste projecto ficará a cargo da(s) empresa(s) vencedoras do respectivo concurso público, que se encontra agora em fase de apreciação final, coordenada(s) pelo IGP. Os dados de base à produção do mapa serão imagens aéreas com uma resolução espacial de 0,5 m e 4 bandas espectrais (visível e infra-vermelho próximo).

As especificações técnicas do mapa a produzir, assim como o próprio mapa, são da responsabilidade do Instituto Geográfico Português (IGP). Neste contexto, a Direcção do IGP solicitou ao Grupo de Detecção Remota (GDR), cuja experiência em Cartografia de Ocupação do Solo é reconhecida [5], o desenvolvimento das referidas especificações técnicas, onde se incluem a nomenclatura, Unidade Mínima Cartográfica (UMC), distancia mínima entre linhas, critérios de generalização, etc. Um dos pontos mais importantes e inovadores deste projecto, tem a ver com o facto de que o processo de desenvolvimento das especificações técnicas, com especial enfoque para a nomenclatura, foi realizado em amplo processo de consulta externa.

Após toda a consulta resultou que, entre outros, o mapa a produzir será do tipo vectorial, deverá ter uma UMC de 1 ha e caracterizará a ocupação/uso do solo em Portugal Continental com uma nomenclatura hierárquica com 5 níveis, *a priori* e com 192 classes no seu nível mais detalhado. Esta nomenclatura foi desenvolvida a partir da nomenclatura CLC2000 [6], de acordo com as especificidades do território nacional e com o que foi determinado pelo processo de consulta, sendo igual a esta até ao 3º nível.

Relativamente à qualidade exigida para o mapa de ocupação/uso do solo, o GDR do IGP determinou que, de acordo com a exigência a que um produto deste tipo deve estar submetido, tendo até em conta as suas aplicações potenciais, nunca será aceite um mapa com qualidade temática inferior a 85% e erro geométrico maior que 5,5 m.

O IGP acredita que o sucesso deste projecto irá contribuir largamente para o desenvolvimento do País, assumindo-se assim este projecto como de grande interesse nacional. Refira-se que, o projecto de produção da Carta de Ocupação/Uso do Solo para o arquipélago da Madeira está já a ser desenvolvido com base nas especificações técnicas da nova COS [7], garantindo-se assim uma compatibilidade entre os dois produtos.

Este artigo apresenta uma descrição detalhada do projecto da nova COS com especial enfoque para o processo de desenvolvimento das especificações técnicas desta carta.

2. O projecto COS

O projecto para a produção de uma Cartografia de Ocupação do Solo para Portugal, de elevado detalhe, qualidade e contemporaneidade, concordante com as exigências dos utilizadores nacionais, partiu da Direcção do IGP a qual delegou por sua vez à Direcção de Serviços de Investigação e Gestão da Informação Geográfica (DSIGIG) a tarefa de implementação do mesmo. A decisão da abertura de um concurso público para a fase de produção foi então tomada, tendo a definição das especificações técnicas e regras de produção sido deixada à responsabilidade do GDR, o qual está dependente da DSIGIG. Por sua vez o GDR, convocou uma série de entidades nacionais com reconhecidos interesses no projecto em todos os sectores económicos e ambientais, de forma a fundamentar as decisões técnicas tomadas nos conhecimentos e interesses daquelas entidades. Da mesma forma o GDR decidiu abrir a consulta à restante comunidade científica, bem como ao cidadão em geral. A finalização das especificações técnicas através da elaboração do Manual da nova COS [8] culminou no caderno de encargos do concurso público lançado pelo IGP para a fase de produção desta cartografia. Concluída a produção, é implementada a política de disseminação definida pelo IGP. Estas componentes de desenvolvimento do projecto COS são ilustradas na Figura 1.

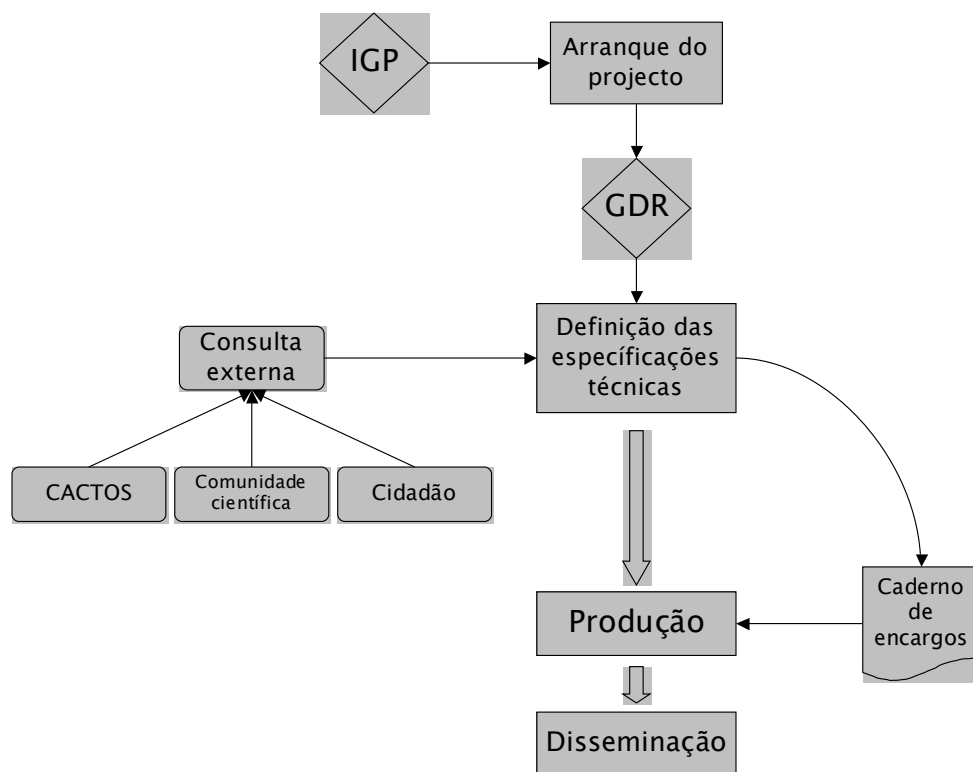


Figura 1 - Componentes de desenvolvimento do projecto COS.

3. O processo de consulta externa

A nova COS é um produto conceptualizado para servir os interesses de diversos tipos de utilizadores em cartografia temática de ocupação do solo. Neste sentido foi desenvolvida toda uma estrutura de consulta externa que se objectivou na integração e conjugação de todos os interesses dos potenciais utilizadores para a definição das especificações técnicas do produto, aumentando assim a sua utilidade e benefício geral para o país. Este processo foi estruturado em 3 abordagens distintas: a consulta e acompanhamento por entidades utilizadoras e produtoras de cartografia de ocupação/uso do solo; uma consulta a entidades e individualidades de conhecida competência técnica na área da ocupação/uso do solo e também com elevado interesse neste tipo de informação; e a realização de uma consulta pública aberta a toda a comunidade nacional. O presente capítulo descreve em detalhe todo este processo de consulta externa.

3.1. O Comité de Acompanhamento para Cartografia Temática de Ocupação do Solo (CACTOS)

No que respeita ao envolvimento dos vários agentes implicados no ciclo da produção cartográfica, o IGP tem procurado implementar as modernas boas práticas em termos de procedimentos de participação pública, naquilo que lhe é aplicável. Esta postura possui várias vantagens: (1) os utilizadores são envolvidos no processo desde muito cedo, podendo assim contribuir para a definição das especificações técnicas da carta a produzir, em particular da nomenclatura, por forma a garantirem que esta responde às suas necessidades; (2) algumas entidades são detentoras de dados que podem constituir informação auxiliar importante para o processo de produção e o seu envolvimento facilita a disponibilização desses dados; (3) recolha de apoio técnico e científico por parte do IGP para os projectos em questão; (4) maior coerência da informação a produzir com outra informação de ocupação/uso do solo já existente.

Assim a constituição do Comité de Acompanhamento da nova COS resultou do convite às entidades listadas de seguida:

CCDRLVT – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo

CCDRN – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte

CELPA – Associação da Indústria Papeleira

DGOTDU – Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano

DGRF – Direcção-Geral dos Recursos Florestais

DRAALG – Direcção Regional de Agricultura do Algarve

DRABL – Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral

DRATM – Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes

GPPAA – Gabinete de Planeamento e Política Agro-Alimentar

GRICES – Gabinete de Relações Internacionais da Ciência e do Ensino Superior

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ICN – Instituto de Conservação da Natureza

IDRHa – Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica

INAG – Instituto da Água

INE – Instituto Nacional de Estatística

INGA – Instituto Nacional de Intervenção e Garantia Agrícola

IVV – Instituto da Vinha e do Vinho

MADRP – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e Pescas

No decorrer dos trabalhos de definição das especificações técnicas da nova COS, foram realizadas várias reuniões entre o GDR e aquelas entidades nas quais se discutiram principalmente detalhes relacionados com a nomenclatura e respectivas definições de classes de ocupação/uso do solo.

Este grupo de trabalho evoluiu depois para o Comité de Acompanhamento para Cartografia Temática de Ocupação do Solo (CACTOS) com o objectivo de alargar a sua acção a outros projectos de produção e investigação da área, como por exemplo o CORINE Land Cover 2006.

3.2. Consulta à comunidade científica e académica

O processo de consulta externa foi também elaborado a nível da comunidade científica/académica ligada à temática da informação geográfica e ocupação do solo. Assim, o GDR procedeu à listagem de uma série de personalidades às quais foi enviado o Manual da COS2005 [9] – nesta fase designada de “COS2005” devido à data dos dados de base previstos então para a produção – requisitando-se uma leitura crítica e respectivos comentários. Esta opção teve o objectivo de receber uma análise dos fundamentos e bases científicas das especificações técnicas formuladas pelo GDR.

Paralelamente foram também consultados alguns trabalhos científicos e académicos na temática do desenvolvimento de nomenclaturas de ocupação do solo para cartografia de grande escala. Alguns destes sugerem a aplicação de um sistema de classificação semelhante ao da nova COS [10 e 11], enquanto que outros se baseiam em sistemas de classificação diferentes [12].

3.3. Consulta ao cidadão

Foi ainda realizada uma consulta ao cidadão em geral através da disponibilização online do Manual da nova COS requisitando-se também o envio de comentários. Esta disponibilização online em vários fóruns de discussão e sites envolvidos nesta temática, originou uma série de comentários bastante válidos que, no

entender do GDR, melhoraram muito a qualidade do trabalho desenvolvido e por consequência garantem uma maior qualidade e utilização do produto final.

4. Desenvolvimento das especificações técnicas

Como já referido, o projecto da nova COS pretende actualizar a sua edição anterior (COS'90), no entanto foram introduzidas uma série de alterações significativas ao nível das especificações técnicas. Estas alterações foram introduzidas no sentido de melhorar o produto cartográfico e também, com o objectivo de o desenvolver de forma integrada nas políticas internacionais de normalização de dados geográficos (e.g. directiva Europeia INSPIRE) [13].

As principais alterações nas especificações técnicas prenderam-se com a preferência por uma nova nomenclatura, com a adopção de critérios de controle de qualidade temática e geométrica, e com a utilização de um sistema de referência standard internacional na produção da nova COS.

Neste capítulo, pretende-se explicar e dar a conhecer em detalhe as especificações técnicas estabelecidas para o desenvolvimento da nova Carta, subdivididas nomeadamente em especificações técnicas gerais, nomenclatura e regras de generalização.

4.1. Especificações técnicas gerais

Como já foi referido os dados de base à produção da nova COS são imagens aéreas com uma resolução espacial de 0,5 m e 4 bandas espectrais (visível e infra-vermelho próximo). Estas imagens orto-rectificadas, são a base de trabalho deste novo produto COS condicionando o desenvolvimento das especificações técnicas do mesmo. Em determinada fase do processo de desenvolvimento das especificações técnicas, os dados de base previstos para a produção da nova COS eram imagens aéreas ortorrectificadas recolhidas em 2004, 2005 e 2006, correspondentes aos voos encomendados pela DGRF. Por este motivo designada de COS2005, foi posteriormente adoptada a designação de nova COS devido à possibilidade de utilização de dados de base mais recentes.

Para além destas, também serão disponibilizados outros dados auxiliares, dos quais se destacam duas coberturas nacionais de imagens de satélite AWIFS, adquiridas em diferentes estações do ano, com uma resolução espacial de 56m e uma resolução espectral de 4 bandas.

A Tabela 1 resume as especificações técnicas da nova COS.

Tabela 1 – Especificações técnicas da nova COS.

•Modelo de dados	Vectorial
•Estrutura dos dados	Polígonos
•Unidade Mínima Cartográfica (UMC)	1ha
•Distância mínima entre linhas	20 m
•Distância mínima entre polígonos	20 m
•Sistema de referência	ETRS89/PT-TM06
Elipsóide	GRS80
Projeção	Transversa de Mercator
Origem das coordenadas rectangulares – Latitude	39° 40' 05'',73 N
Origem das coordenadas rectangulares – Longitude	08° 07' 59'',19 W
Falsa origem das coordenadas rectangulares	$\Delta X = 0$ m $\Delta Y = 0$ m
Factor de escala no meridiano central	K = 1
•Nomenclatura	nova COS
•Exactidão temática	$\geq 85\%$
•Exactidão posicional	$\geq 5,5$ m*
•Dados de base	Imagens aéreas orto-rectificadas (IGP)
• Referência de delimitação administrativa	Carta Administrativa Oficial de Portugal Continental (CAOP)

*O erro posicional tem que ser inferior a 5,5 m

Os critérios utilizados para a definição das especificações técnicas da nova COS prenderam-se em primeiro lugar com a capacidade da informação de base, e em segundo lugar com o assegurar de um óptimo compromisso entre custo e benefício. Assim sendo, apesar das presentes especificações traduzirem uma capacidade de detalhe inferior à permitida pela informação de base, a sua aplicação garante uma qualidade correspondente à exigida pelos utilizadores, atingindo simultaneamente a desejada relação custo benefício. De facto, as ortoimagens permitem uma identificação dos elementos com uma UMC igual à da resolução espacial da imagem (área ocupado por um pixel); a exactidão posicional das ortoimagens é de 1,5 m [14]; à escala 1:25000 (escala de impressão da COS'90) o elemento mínimo que se consegue representar tem uma largura de 5 m considerando um erro de graficismo de 0,2 mm. Contudo, na nova COS definiu-se como UMC 1 ha, uma distância entre linhas superior ou igual a 20 m e uma exactidão posicional de pelo menos 5,5 m.

Na nova COS uma unidade de ocupação/uso do solo, corresponde a qualquer área de terreno superior ou igual à UMC, com distância entre linhas superior ou igual a 20 m e cuja percentagem de uma determinada classe de ocupação/uso do solo seja superior ou igual a 75% da totalidade da área delimitada. Desta forma, uma ocupação/uso do solo descrita na nomenclatura é cartografada sempre que ocupe uma área superior ou igual a 75% do polígono a gerar, independentemente de poderem existir também áreas de outras ocupações, desde que estas representem menos de 25% do polígono a gerar. Cada polígono da nova COS é classificado apenas com um código de ocupação/uso do solo, seleccionado do 5º nível hierárquico da nomenclatura. As áreas com uma dimensão inferior à UMC são generalizadas de acordo com um conjunto de regras de generalização, concebidas para o efeito.

A nova COS será produzida com uma exactidão temática estimada conhecida e nunca inferior a 85%, de acordo com os parâmetros de qualidade mínimos aceites para o seu uso em actividades de planeamento e gestão, como sugerido em [15]. Ainda no que respeita à importância da adopção de standards internacionais e consequente normalização da informação, chama-se a atenção para o facto de a nova COS ser produzida no sistema de referência ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), no sentido de possibilitar uma compatibilização mais fácil e exacta da informação produzida a nível nacional com outra produzida a nível europeu, e visto este ser recomendado pela EUREF (European Reference Frame, subcomissão da IAG - Associação Internacional de Geodesia) [16].

4.2. Nomenclatura

A nomenclatura de ocupação/uso do solo da nova COS foi desenvolvida de forma a ser compatível com a nomenclatura do CLC [6], que constitui um produto de referência em ocupação/uso do solo, na Europa e em Portugal. Na definição da nomenclatura da nova COS foi também feito um esforço de harmonização, em termos de definições de classes, com outras nomenclaturas de relevo internacional, como é o caso do Temperate and Boreal Forest Resources Assessment 2000 (TBFRA2000) [17], e do Land Cover Classification System (LCCS) [18] das Nações Unidas. Este esforço de harmonização com nomenclaturas internacionais que constituem standards, nomeadamente no que respeita à directiva Europeia INSPIRE, garante que a nova COS será produzida

em consonância com esses standards, e como tal respeitando o moderno conceito de dados geográficos normalizados preconizado pela referida directiva.

Na definição das classes recorreu-se também à consulta de vários documentos de referência que definem com um carácter oficial determinados conceitos de ocupação do solo. Estes documentos foram:

- Inquérito à Estrutura das Explorações Agrícolas 2005 [19]
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias - Regulamento (CE) n.º 1444/2002 da Comissão, de 24 de Julho. [20]
- 5º Inventário Florestal Nacional - Manual de instruções para a realização do trabalho de fotointerpretação. [21]
- 5º Inventário Florestal Nacional - Manual de instruções para a realização do trabalho de campo. [22]
- Conceitos estatísticos do Instituto Nacional de Estatística (INE) [23]

A nomenclatura da nova COS está integrada num sistema de classificação do tipo *a priori* e hierárquico. É uma nomenclatura *a priori* pois as suas classes são abstracções das situações que realmente ocorrem. A abordagem de fotointerpretação e consequente categorização é baseada nas definições das classes antes mesmo de quaisquer dados terem sido recolhidos. Isto significa que todas as combinações possíveis, ou todas as categorias do universo de entidades são geradas de antemão. A principal vantagem deste método é o facto de as classes serem estandardizadas de forma independente da área de aplicação ou dos métodos utilizados para a recolha dos dados. A desvantagem é que se trata de um método rígido já que algumas das situações reais por terem menor representatividade podem não ser facilmente atribuídas a uma determinada classe predefinida, ou caso contrário seria necessário uma quantidade enorme de classes predefinidas para cobrir todas as situações possíveis [24]. Esta solução para além de dificultar o trabalho do produtor e do utilizador pelo vasto leque de nomes e definições de classes, iria ainda agravar a estandardização uma vez que o aumento do número de classes seria baseado em leves diferenças entre elas, o que originaria que cada utilizador pudesse ter uma interpretação ligeiramente diferente de cada classe. No caso da antiga COS (COS'90) foi utilizado um sistema de classificação *a posteriori*, cuja maior flexibilidade, apesar de permitir uma maior adaptação da nomenclatura à realidade, originou um quantidade muito elevada de classes, maior ambiguidade na atribuição das mesmas e facilidade de atribuição

de classes que, embora possíveis pelas regras da nomenclatura, não fazem sentido em termos de Ocupação/Uso do solo. Muitas destas classes não apresentando inclusive, representatividade na área cartografada.

A nomenclatura da nova COS é hierárquica visto que acomoda diferentes níveis de informação, começando num nível de classes que descrevem características mais gerais, passando para níveis mais detalhados em que as primeiras classes se sub-dividem. Em cada nível as classes definidas são mutuamente exclusivas. No nível mais elevado são utilizados poucos critérios para definir as classes, enquanto que nos níveis mais baixos o número de critérios aumenta. Tem como vantagem a garantia de maior consistência devido à sua capacidade de acomodar diferentes níveis de informação. Este método tem no entanto grandes desvantagens quando alterações na estrutura hierárquica são necessárias [24]. A única possibilidade é a de se criarem novos níveis de detalhe para acomodar novas situações ou situações pouco frequentes, e esta solução poderá originar desequilíbrios dos sectores da estrutura hierárquica.

A nomenclatura da nova COS descreve as seguintes ocupações/usos do solo: Territórios artificializados, Áreas agrícolas e agro-florestais, Florestas e meios naturais e semi-naturais, Zonas húmidas, Corpos de água. Estas ocupações do solo correspondem ao primeiro nível de uma nomenclatura que representa a ocupação/uso do solo em 5 diferentes níveis de detalhe temático (Figura 2), onde as classes de nível mais detalhado estão contidas nas classes de menor detalhe apresentando 192 classes no nível 5. Os nomes das classes contêm normalmente uma referência à classe de nível anterior em que se incluem. Cada classe é provida de um código que representa por completo a sua posição na estrutura hierárquica (e.g, Classe 2 – nível 1; Classe 2.1 – nível 2; Classe 2.1.2 – nível 3; Classe 2.1.2.1 – nível 4; Classe 2.1.2.1.3 – nível 5) [6].

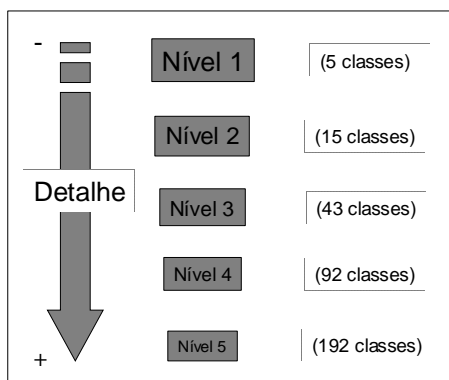


Figura 2 - Níveis hierárquicos da nomenclatura da nova COS e respectivo número de classes por nível [8].

Para facilitar a utilização da nomenclatura da nova COS, foram desenvolvidas 2 chaves dicotómicas para as classes 2.x.x.x.x e 3.x.x.x.x, onde se verificam mais detalhes técnicos de distinção entre classes de ocupação/uso do solo. A Tabela 2 apresenta a chave dicotómica para as Florestas e meios naturais e semi-naturais.

Tabela 2 - Chave dicotómica para as Florestas e meios naturais e semi-naturais.

1	Presença de espécies florestais com um grau de coberto superior ou igual a 10%	2
	Presença de espécies florestais com um grau de coberto inferior a 10% ou ausência de espécies florestais	20
2	Presença de agricultura	3
	Ausência de agricultura	4
3	Em mosaico	classes 2.4.3.x.x
	Em sobcoberto	classes 2.4.4.x.x
4	Exploradas principalmente para a produção de fruto	classes 2.2.2.x.x
	Exploradas principalmente para a produção de madeira, ou não exploradas	5
5	Inclusas ou adjacentes a tecido urbano	classe 1.4.1.1.1
	Não inclusas nem adjacentes a tecido urbano	6
6	Áreas ocupadas por viveiros florestais desde que situados em áreas de floresta e destinados à exploração	classe 3.2.4.9.1
	Áreas não ocupadas por viveiros florestais	7
7	Presença de espécies florestais com altura superior ou igual a 5m	8
	Presença de espécies florestais com altura inferior a 5m	19
8	Presença de espécies florestais com um grau de coberto superior ou igual a 30%	9
	Presença de espécies florestais com um grau de coberto inferior a 30%	14
9	Presença de 75%, ou mais, de um tipo de espécies florestais (angiospérmicas ou gimnospérmicas)	10
	Presença de menos de 75% de um tipo de espécies florestais (angiospérmicas ou gimnospérmicas)	13
10	Presença de espécies florestais angiospérmicas	11
	Presença de espécies florestais gimnospérmicas	12
11	Presença de 75%, ou mais, de uma só espécie florestal	classes 3.1.1.1.x
	Presença de menos de 75% de uma só espécie florestal	classes 3.1.1.2.x
12	Presença de 75%, ou mais, de uma só espécie florestal	classes 3.1.2.1.x
	Presença de menos de 75% de uma só espécie florestal	classes 3.1.2.2.x
13	Presença de 50% ou mais de espécies florestais angiospérmicas	classes 3.1.3.1.x

	Presença de 50% ou mais de espécies florestais gimnospérmicas	<i>classes 3.1.3.2.x</i>
14	Presença de 75%, ou mais, de um tipo de espécies florestais (angiospérmicas ou gimnospérmicas)	15
	Presença de menos de 75% de um tipo de espécies florestais (angiospérmicas ou gimnospérmicas)	18
15	Presença de espécies florestais angiospérmicas	16
	Presença de espécies florestais gimnospérmicas	17
16	Presença de 75%, ou mais, de uma só espécie florestal	<i>classes 3.2.4.1.x</i>
	Presença de menos de 75% de uma só espécie florestal	<i>classes 3.2.4.2.x</i>
17	Presença de 75%, ou mais, de uma só espécie florestal	<i>classes 3.2.4.3.x</i>
	Presença de menos de 75% de uma só espécie florestal	<i>classes 3.2.4.4.x</i>
18	Presença de 50% ou mais de espécies florestais angiospérmicas	<i>classes 3.2.4.5.x</i>
	Presença de 50% ou mais de espécies florestais gimnospérmicas	<i>classes 3.2.4.6.x</i>
19	Áreas florestais correspondentes a novas plantações	<i>classe 3.2.4.8.2</i>
	Presença de espécies florestais que, devido às condições em que vegetam, não conseguem atingir os 5 m de altura	<i>classe 3.2.4.7.1</i>
20	Áreas florestais, naturais ou semi-naturais ardidas	<i>classe 3.3.4.1.1</i>
	Áreas não ardidas	21
21	Áreas florestais	22
	Áreas não florestais	23
22	Áreas florestais onde se verificam cortes rasos	<i>classe 3.2.4.8.1</i>
	Áreas florestais onde se verificam novas plantações	<i>classe 3.2.4.8.2</i>
23	Zonas naturais ou semi-naturais terrestres	24
	Zonas não naturais nem semi-naturais terrestres	<i>classes 1.x.x.x.x, 2.x.x.x.x, 4.x.x.x.x e 5.x.x.x.x</i>
24	Áreas naturais em que a superfície sem vegetação ocupa uma porção superior ou igual a 75% da unidade de ocupação/uso do solo	25
	Áreas naturais em que a superfície sem vegetação ocupa uma porção inferior a 75% da unidade de ocupação/uso do solo	27
25	Superfícies cobertas por rocha nua ocupando uma porção superior ou igual a 90% da unidade de ocupação/uso do solo	<i>classe 3.3.2.1.1</i>
	Superfícies cobertas por rocha nua ocupando uma porção inferior a 90% da unidade de ocupação/uso do solo, ou não cobertas por rocha nua	26
26	Áreas em que a vegetação arbustiva e/ou herbácea ocupa uma porção superior ou igual a 10% e inferior a 25%	<i>classe 3.3.3.1.1</i>
	Áreas em que a vegetação arbustiva e/ou herbácea ocupa uma porção inferior a 10%	<i>classes 3.3.1.x.x</i>
27	Zonas ocupadas por vegetação herbácea que se desenvolve sem adubação, cultivos, sementeiras ou drenagens	<i>classe 3.2.1.1.1</i>
	Zonas não ocupadas por vegetação herbácea	28
28	Áreas de vegetação arbustiva perenifolia esclerófita	<i>classes 3.2.3.x.x</i>
	Áreas de vegetação arbustiva não esclerófita	<i>classes 3.2.2.x.x</i>

Relativamente à nomenclatura, importa ainda dizer que no âmbito da reactivação do programa COS e do desenvolvimento da nova carta de ocupação/uso do solo elaborou-se um documento que permite a conversão da nomenclatura da COS'90 na da nova COS [25].

4.3. Regras de generalização

Em cartografia, a generalização é um processo que engloba um conjunto de operações com o objectivo de seleccionar e manipular os objectos que se vão representar [26 e 24]. Normalmente a generalização está associada à conversão de um mapa de uma escala maior para uma escala menor, com o intuito de reduzir a densidade gráfica e manter a coerência de representação. Independentemente da alteração de escala do mapa, a generalização implica sempre uma redução de detalhe e simplificação da realidade. É até comum referir-se que a generalização começa desde o momento do primeiro levantamento de dados (terreno, fotografia aérea, imagens de satélite, etc.), porque é já feita, de base, uma selecção sobre que informação interessa representar.

No caso específico da nova COS, a generalização é efectuada de acordo com as especificações referentes ao nível de abstracção assumido para o produto e baseada nas regras de generalização do CLC2000 [27]. Essas operações de generalização visam apenas assegurar a síntese da informação, de forma coerente com:

- unidade mínima cartográfica (UMC) – na nova COS só são relevantes as unidades de ocupação/uso do solo com área superior a 1 ha. Todas as outras necessitam de generalização;
- distância mínima entre linhas – na nova COS não são admitidas linhas que distem menos de 20 m entre si (e.g. representação de algumas estradas, polígono com forma demasiado complexa);
- distância mínima entre polígonos – na nova COS não são admitidas distâncias entre polígonos inferiores a 20 m;
- definição de cada uma das classes da nomenclatura.

Este capítulo tem como objectivo indicar o conjunto de operações e regras de generalização previstas para aplicar na produção da nova COS, quer aquando da interpretação visual, quer *a posteriori* já sobre os elementos interpretados, de forma a atingir-se o nível de síntese pretendido para a mesma.

Apenas a título descritivo, enunciam-se os tipos de regras de generalização utilizadas: agregação ou amalgamação (e.g. Figura 3); simplificação (e.g. Figura 4); e harmonização.

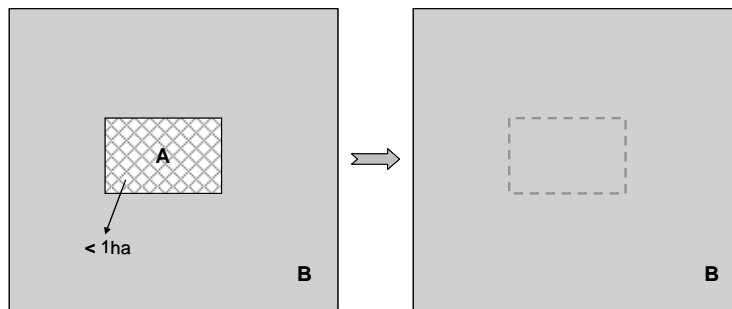


Figura 3 - Exemplo de generalização por agregação ou amalgamação [8].

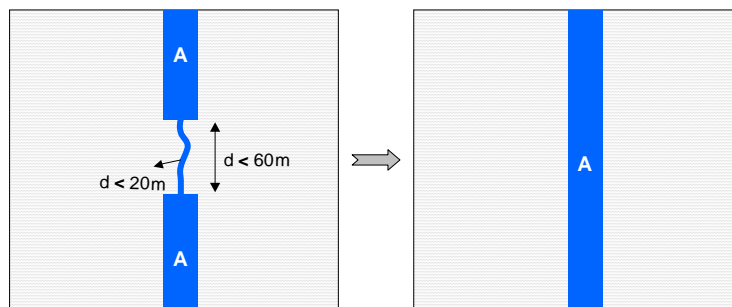


Figura 4 - Exemplo de generalização por simplificação, designadamente por exagero [8].

5. Utilidade e aplicação do produto COS

Todo o desenvolvimento das especificações técnicas da nova COS teve como horizonte a produção de uma carta com características e qualidade adequadas às necessidades dos utilizadores nacionais de informação geográfica, de forma a que os futuros estudos baseados nesta informação e respectivas conclusões ou decisões daí provenientes possam garantir uma mais valia para o país a nível do planeamento ambiental e geopolítico.

A aplicação generalizada da mesma carta de ocupação do solo a vários estudos elaborados no país permite uma redução dos factores externos de variação dos resultados desses estudos e por consequência a uma redução da incerteza a eles associada.

O produto COS, poderá garantir a nível da administração local, uma revisão ou actualização dos Planos Directores Municipais, bem como constituir a ocupação do solo de referência a integrar no modelo para a produção das cartas de risco de incêndio obrigatórias para o Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI). A nova COS aparece também com uma mais valia a este nível administrativo, no momento em que a política de defesa dos espaços de elevado interesse ambiental e agrícola passará a ser tutelada pelas autarquias, mais

ainda tendo em conta a falta de meios de que muitas padecem no que respeita à produção deste tipo de informação.

Quanto à administração central a nova COS poderá constituir uma fonte de informação para a produção de geo-estatísticas de apoio à decisão. Também, através da comparação da nova COS com outros produtos de ocupação do solo existentes para Portugal e referentes a diferentes períodos temporais, é possível estudar a evolução da paisagem no país. Através destas análises é possível perceber, com base em diferentes escalas temporais, o resultado das políticas desenvolvidas, nomeadamente a nível dos seus impactes na agricultura, floresta, ambiente, ordenamento, emprego, e mais um sem fim de sectores estruturantes da economia Portuguesa. E em última análise da qualidade de vida dos Portugueses. A título exemplificativo do referido, deve-se dizer que já foi realizada uma análise deste tipo, que envolveu a comparação da Carta CLC para os anos de 1985 e 2000 [28], e que foi tida pelas comunidades política, científica e civil, como da mais alta importância e valor. Tendo em conta que existe uma versão anterior da COS referente ao ano de 1990, uma análise semelhante com os produtos COS será ainda beneficiada por um maior detalhe temático e espacial, justificando inclusivamente a sua aplicação ao nível regional e local.

No âmbito das actividades do GDR prevê-se desde já a utilização da nova COS como base de trabalho para a avaliação do cumprimento das metas estabelecidas no protocolo de Quioto para Portugal Continental [29] bem como na detecção e correcção de erros geométricos em mapas de ocupação/uso do solo com índices de qualidade desconhecidos [30].

6. Considerações finais

No âmbito das competências do IGP, nomeadamente a nível da produção cartográfica, o produto COS deverá constituir um instrumento de relevo no panorama nacional e contribuir de forma bastante positiva para a evolução na qualidade e detalhe do planeamento e ordenamento do território.

Reconhecida a sua importância estratégica para diversos sectores de actividade económica e política, assim se investiu de forma correspondente no delineamento e definição das características deste produto. A integração das suas especificações técnicas nas normas e directrizes internacionais permite uma standardização do produto, que por sua vez possibilita avaliações mais abrangentes e normalizadas.

Por outro lado, a aproximação das mesmas especificações às necessidades dos utilizadores permite um alargamento do seu campo de aplicação e consequentemente uma harmonização nacional dos conceitos inerentes a esta temática. Também, esta opção apresenta como enorme vantagem a racionalização dos recursos no sentido contrário ao que políticas do passado conduziram, quando todos os utilizadores de informação em ocupação do solo produziam os seus dados, levando à replicação dos mesmos, produzidos sem garantia de qualidade e desperdiçando esforços.

Acreditamos que, a nova Carta de Ocupação do Solo de Portugal Continental, por apresentar especificações técnicas desenvolvidas com base científica e com recurso à participação de todos os intervenientes do processo de utilização e produção de informação geográfica, será um marco e um exemplo para futuras acções de produção cartográfica.

Referências Bibliográficas

1. PAINHO, M. e M. Caetano, 2006. Cartografia de Ocupação do Solo, Portugal Continental, 1985-2000. Instituto do Ambiente, Amadora, 56 p.
2. EEA, 2007. CLC2006 technical guidelines, Technical report 17/2007. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburgo
3. INSTITUTO FLORESTAL, 1994. Caderno de encargos do concurso público Nº. 6/IF-DSGA/94 – Fotointerpretação da Região Norte do País no Âmbito do “Projecto Nacional de Cartografia de Ocupação do Solo”. Instituto Florestal, Lisboa. 14 pp.
4. NUNES, V. e Caetano, M., 2006. Mapping uncertainty in land cover characterization by comparison of land cover cartographies - A case study for Portugal, in Proceedings of the 7th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, 5 - 7 July 2006, Lisboa, (M. Caetano and M. Painho, editors), Instituto Geográfico Português, Lisboa, pp. 705-715
5. CAETANO, M., Pereira, M., Carrão, H., Araújo, A., Nunes, A. e Nunes, V., 2008b. Cartografia temática de ocupação/uso do solo do Instituto Geográfico Português. Mapping - Revista Internacional de Ciências de la Tierra. Em publicação.
6. BÜTTNER, G., Feranec, G. e Jaffrain, G., 2006. Corine land cover nomenclature illustrated guide (Addendum 2006). EEA, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburgo
7. REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA - SECRETARIA REGIONAL DO EQUIPAMENTO SOCIAL, 2008. Caderno de encargos do concurso público nº 01/2008 - Produção da Carta de Ocupação/Uso do Solo da Região Autónoma da Madeira (COSRAM). Funchal

8. CAETANO, M., Nunes, V. e Araújo, A., 2007. Manual da nova COS (Carta de Ocupação/uso do Solo para Portugal Continental) - 2ª versão preliminar de 26 de Janeiro de 2007. Instituto Geográfico Português, Lisboa
9. CAETANO, M., Nunes, V. e Araújo, A., 2006. Manual da COS2005 (Carta de Ocupação do Solo de 2005 para Portugal Continental) - 1ª versão preliminar de 09 de Novembro de 2006. Instituto Geográfico Português, Lisboa
10. FERNANDES, J. P., Guiomar, N. e Cruz, C. S., 2006. Análise Comparativa das Legendas disponíveis para a Cartografia de Ocupação do Solo e da Vegetação e adaptação da Legenda Corine Land Cover (Nível 5 - Escala 1:10.000). AMDE/CEEM, Évora.
11. GUIOMAR, N., Fernandes, J., Baptista, T. e Mateus, J., 2006. Sistemas de classificação e caracterização do uso e ocupação do solo para zonamento micro-escalar. Actas do ESIG2006, Novembro de 2006, Oeiras
12. IGN - Instituto Geográfico Nacional, 2006. Sistema de Información de la Ocupación del Suelo en España (SIOSE) - Documento técnico del proyecto SIOSE - Versión 0.2. IGN, Madrid
13. JRC, 2007. INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe - Drafting Team "Data Specifications" Methodology for the development of data specifications.
14. PATRÍCIO, P., 2008, Comunicação aos autores. Instituto Geográfico Português, Lisboa
15. ANDERSON, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T. e Witmer, R.E., 1976. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data, Prof. Paper 964, US Geological Survey, Reston, VA
16. IGP – Instituto Geográfico Português, 2008. Informação Geodésica, (URL: http://www.igeo.pt/produtos/Geodesia/Inf_tecnica/sistemas_referencia/Datum_ETRS89.htm, consulta em 14/04/2008)
17. UN-ECE/FAO, 2000. TBFRA2000 Main report, Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (industrialized temperate/boreal countries). United Nations publication, Nova Iorque
18. DI GREGORIO, A. and Jansen, L. 2000. Land cover classification system LCCS: Classification concepts and user manual. FAO Environment and Natural Resources Service, FAO Land and Water Development Division, Roma.
19. INE – Instituto Nacional de Estatística, 2006. Inquérito à Estrutura das Explorações Agrícolas 2005. INE, Lisboa.
20. JOCE - Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 2002. Regulamento (CE) n.º 1444/2002 da Comissão, de 24 de Julho.
21. DGRF – Direcção Geral dos Recursos Florestais, 2006. 5º Inventário Florestal Nacional – Manual de instruções para a realização do trabalho de fotointerpretação. DGRF, Lisboa.
22. DGRF – Direcção Geral dos Recursos Florestais, 2006. 5º Inventário Florestal Nacional – Manual de instruções para a realização do trabalho de campo. DGRF, Lisboa.
23. INE – Instituto Nacional de Estatística, 2006. Conceitos Estatísticos, (URL: <http://conceitos.ine.pt/apresentacao.asp>, consulta em 15/12/2006)

24. EUROSTAT, 2000, Manual of Concepts on Land Cover and Land Use Information Systems. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburgo
25. CAETANO, M., Araújo, A. e Nunes, V., 2008. Nomenclatura da COS'90 e da nova COS: uma análise comparativa e uma proposta de conversão da COS'90 para a nova COS - Relatório final (versão preliminar). Instituto Geográfico Português, Lisboa
26. MATOS, J., 2001. Fundamentos de Informação Geográfica. Lidel, Lisboa
27. JRC, 2002. I&CLC2000 Technical Reference Document. EEA
28. CAETANO, M., Carrão, H. e Painho, M., 2005. Alterações da ocupação do solo em Portugal Continental: 1985 – 2000. Instituto do Ambiente, Lisboa
29. PEREIRA, M. C., Luz, A. C. e Caetano, M., 2008. Estudo piloto para definição da metodologia a adoptar por Portugal para prestação de informação no âmbito do sector LULUCF da UNFCCC e do Protocolo de Quioto. Actas do X Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica (ESIG 2008), Oeiras, 14 a 16 de Maio
30. LUZ, A.C., Nunes, A., Caetano, M., 2008. Proposta metodológica para a correcção das distorções geométricas da COS'90: resultados preliminares. Actas do X Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica (ESIG 2008), Oeiras, 14 a 16 de Maio

Avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo através de funções *fuzzy*: Primeira abordagem

Sarmento, Pedro^{1,2}; Carrão, Hugo^{1,2}; Caetano, Mário^{1,2}

¹*Instituto Geográfico Português – Grupo de Detecção Remota, Rua Artilharia Um, 107, 1099-052 Lisboa, Portugal*

²*CEGI, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, 1070-312 Lisboa, Lisboa, Portugal*

mario.caetano@igeo.pt

Resumo

Neste artigo apresenta-se uma metodologia baseada em funções *fuzzy* para a avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo que incorpora a incerteza existente na interpretação da ocupação do solo constante das bases de dados de referência. A sua demonstração faz-se recorrendo a um caso de estudo no qual se utilizou um mapa de ocupação do solo de Portugal Continental derivado da classificação automática de uma imagem MERIS de 2005. Demonstra-se que o recurso a funções *fuzzy* (e.g. MAX, RIGHT, DIFFERENCE, MEMBERSHIP, CONFUSION e AMBIGUITY) na avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo, em detrimento de uma abordagem rígida tradicional, permite fornecer mais informação aos produtores e utilizadores das cartografias, traduzindo simultaneamente as condições ambientais em que os erros cartográficos são cometidos.

Palavras chave: Funções fuzzy; exactidão temática; mapas de ocupação do solo.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projecto COSMIC - Cartografia multi-escala de ocupação do solo, financiado pelo Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Administração Central (PIDDAC). A investigação desenvolvida por Hugo Carrão foi financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (SFRH/BD/18447/2004).

1.Introdução

As cartografias de ocupação do solo desempenham um papel fundamental em diversos planos administrativos e estudos ambientais, permitindo gerir os recursos naturais de uma forma sustentável. No entanto, uma monitorização da ocupação do solo a escalas regionais e globais, entre momentos temporais reduzidos, que abranja grandes superfícies e com custos que as empresas possam suportar, só é possível recorrendo a imagens de satélite. De facto, os dados obtidos através de satélites são nos dias de hoje uma fonte crescente de informação usada na produção de cartografia de ocupação do solo [1]. Contudo, importa salientar que para além da produção de cartografia de ocupação do solo ser extremamente importante, a avaliação da sua qualidade também é um aspecto que não deve ser deixado para segundo plano. Se as cartografias de ocupação do solo são utilizadas nos processos de tomada de decisão, então a maior ou menor qualidade da cartografia irá influenciar também essas decisões. Como referido por [2] as cartografias temáticas elaboradas a partir de dados obtidos por detecção remota, antes de puderem ser utilizados para investigação científica e processos de tomada de decisão, devem ser sujeitos a uma rigorosa avaliação estatística da sua exactidão. O método mais utilizado para a estimação da exactidão temática de cartografias produzidas a partir de imagens de satélite é a comparação dos elementos do mapa com uma base de dados de referência [3]. Esta comparação é realizada com recurso a uma matriz de confusão, em que geralmente os dados de referência são representados nas colunas da matriz e comparados com os dados da cartografia produzida, geralmente representados nas linhas da matriz.

Tradicionalmente, na avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo, é assumido que numa determinada área geográfica à superfície terrestre apenas existe uma classe de ocupação do solo irrefutável, ou seja, assume-se que em cada área do mapa existe uma classe exclusiva e exaustiva [4]. Neste contexto, se a uma determinada área do mapa pertencer uma classe de ocupação do solo, então todas as outras classes são consideradas erradas nessa mesma localização. No entanto, esta abordagem nem sempre é a mais apropriada, na medida em que na produção de bases de dados de referência, seja por visitas de campo ou através de foto-interpretação, existe muitas vezes dúvida sobre que classe de ocupação do solo atribuir a uma determinada área. Esse aspecto é realçado por [5], referindo que os mapas de ocupação do solo são bastante vagos e cheios de incerteza, não

sendo expectável que diferentes intérpretes cheguem a uma classificação idêntica. Este aspecto deve-se à natureza heterogénea da ocupação do solo e como esta varia ao longo da superfície terrestre. De facto, a ocupação do solo raramente apresenta transições abruptas entre classes, existindo um *continuum* natural na paisagem. Assim, [6] referem algumas limitações na avaliação rígida da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo (i.e. usando como referência uma única classe de ocupação do solo):

- É assumido que a cada área do mapa apenas pode ser atribuída uma e só uma classe de ocupação do solo com toda a certeza. Em visitas de campo, ou através de foto-interpretação, para a elaboração de uma base de dados de referência, o técnico tem que resolver esta questão escolhendo uma classe para cada localização, mesmo que exista mais do que uma classe possível nessa mesma localização;
- A amplitude dos erros está limitada pelo registo do padrão da não concordância entre as categorias do mapa e as categorias da base de dados de referência. A informação acerca da magnitude ou gravidade dos erros não pode ser utilizada;
- O utilizador necessita que lhe seja fornecida informação mais completa e interpretável sobre o mapa que está a utilizar [7]. Informação mais detalhada dos erros irá ajudar os utilizadores a verificarem se os mapas satisfazem ou não as suas necessidades.

Por outro lado, [8] consideram as classes de ocupação do solo como objectos geográficos mal definidos, sugerindo que a incerteza na sua identificação pode ser convenientemente analisada e incorporada na avaliação de mapas de ocupação do solo através da teoria *fuzzy*. Esta abordagem (*fuzzy*) foi desenvolvida por [9], e teve como intuito caracterizar a capacidade do cérebro humano em lidar com relações vagas. O conceito chave por detrás desta abordagem na avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo é o facto da inclusão da ocupação do solo “real” numa determinada classe ser uma questão de gradiente. O aspecto atrás referido é uma das principais diferenças entre a abordagem clássica (ou rígida) e a abordagem *fuzzy* na avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo. A teoria *fuzzy* permite estabelecer gradientes de pertença da

ocupação do solo numa dada área à superfície terrestre a uma determinada classe, providenciando assim uma maior flexibilidade do que a teoria clássica na avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo [4]. Contudo, a implementação da teoria *fuzzy* não é uma tarefa fácil devido à dificuldade em estabelecer regras para a sua aplicação [10]. Geralmente, aquando da interpretação da ocupação do solo numa imagem, os especialistas exprimem a sua avaliação utilizando uma linguagem qualitativa. A abordagem *fuzzy* surge como forma de transformar essas expressões qualitativas numa linguagem matemática, ou seja, quantitativa [6]. Esta abordagem fornece uma forma prática para medir e modelar valores qualitativos que são posteriormente úteis nos processos de tomada de decisão [11]. Neste sentido, para a inclusão da incerteza no processo de avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo, [6] desenvolveram algumas funções baseadas na teoria *fuzzy*, que permitem compreender a origem dos erros do mapa e verificar se esses erros são devidos à natureza heterogénea da paisagem, à nomenclatura adoptada, ao processo de classificação automática ou à incerteza inerente ao processo de elaboração de bases de dados de referência.

Neste trabalho apresenta-se uma abordagem para a avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo baseada nas funções *fuzzy* propostas por [6]. O objectivo é incorporar a incerteza humana, que existe na identificação das classes de ocupação do solo das bases de dados de referência, no processo de avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo. Pretende-se demonstrar que esta abordagem fornece mais informação aos produtores e utilizadores das cartografias de ocupação do solo do que a abordagem tradicionalmente utilizada (rígida ou *booleana*). Como caso de estudo, aplicam-se as funções *fuzzy* na avaliação da exactidão temática de um mapa de ocupação do solo derivado para Portugal Continental a partir de imagens de satélite adquiridas pelo sensor MERIS.

2. Avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo

Independentemente do processo subjacente à avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo, aquele tem sempre como base a comparação das classes do mapa com uma amostra de referência. Com o intuito de abordar diferentes processos de avaliação da exactidão temática de cartografias de

ocupação do solo, são descritas e comparadas neste trabalho duas técnicas distintas. Para a aplicação destas e outras técnicas de avaliação é necessário recolher sempre uma amostra aleatória de observações geográficas, as quais constituem uma base de dados de referência a partir da qual se estimam a exactidão global e por classe do mapa. De seguida faz-se uma breve descrição da informação que deve ser recolhida e incorporada numa base de dados de referência, para utilização quer numa abordagem tradicional, quer numa abordagem *fuzzy* de avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo. Serão posteriormente descritas neste capítulo e em detalhe as próprias abordagens de avaliação que se pretendem estudar e comparar.

2.1 Base de dados de referência

Uma base de dados de referência consiste numa amostra de observações geográficas seleccionadas aleatoriamente sobre o mapa e para as quais se recolhe informação de ocupação do solo “real” ou de “referência”, quer através de visitas de campo, quer por foto-interpretação de imagens aéreas de alta resolução espacial. O objectivo é utilizar esta base de dados para verificar se a classe de ocupação do solo do mapa em cada uma das observações da amostra está em concordância com a classe de referência constante da base de dados. Tradicionalmente, considera-se que em cada observação da amostra existe uma ocupação do solo única e singular. No entanto, diversos autores (e.g. [12] e [13]) sugerem que em cada observação da amostra se deve recolher mais informação acerca da referência, nomeadamente uma segunda classe de ocupação do solo menos provável, mas que traduza igualmente uma possível ocupação naquela área geográfica, e índices de confiança na interpretação das ocupações do solo de referência em cada observação. Na tabela 1 apresenta-se, a título de exemplo, um conjunto de informação necessário recolher por observação da amostra para aplicação das técnicas *fuzzy* de avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo. De notar que o tipo de informação recolhida condicionará a abordagem de avaliação utilizada. A informação que apresentamos na tabela 1 resulta de um estudo de optimização realizado com o intuito de adaptar um conjunto de funções *fuzzy* do trabalho de [6] para desenvolvimento de uma nova abordagem de avaliação da exactidão temática. A forma como esta informação é utilizada na aplicação da abordagem proposta será descrita à medida que

apresentamos as respectivas funções *fuzzy* adaptadas.

Tabela 1. Informação recolhida em cada observação da amostra para aplicação de funções *fuzzy*.

Identificador	Informação recolhida
LABEL 1	Classe de ocupação do solo mais provável
LABEL 2	Segunda classe de ocupação do solo mais provável
Índice de confiança (ICR)	Índice de confiança com que o foto-intérprete classificou a classe de ocupação do solo mais provável (3: Muita confiança; 2: Confiança relativa; 1: Pouca confiança)

2.2 Abordagem tradicional

Os métodos tradicionalmente utilizados para avaliar a exactidão temática de cartografias de ocupação do solo baseiam-se na comparação entre os elementos cartografados e uma ocupação do solo de referência singular. Significa isto que se admite a existência de uma única e incontestável ocupação de referência em cada observação da amostra, não existindo uma acomodação da incerteza na interpretação da ocupação do solo de referência nem da heterogeneidade da própria paisagem na estimação da exactidão do mapa. Assim, a estimação da exactidão global do mapa e por classe do mapa faz-se através da comparação da classe de ocupação do solo do mapa com a classe de referência mais provável (LABEL 1) em cada uma das observações da amostra. Esta comparação é tabelada numa matriz de confusão, onde nas linhas da matriz introduzimos a classificação da cartografia obtida automaticamente e nas colunas a classificação de referência atribuída a cada observação (LABEL 1). Para o cálculo dos índices de exactidão temática (exactidão do produtor, exactidão do utilizador e exactidão global) podem utilizar-se os estimadores propostos por [14].

2.3 Abordagem *fuzzy*

Existem actualmente diversas abordagens *fuzzy* para avaliar a exactidão temática de cartografias de ocupação do solo. Neste trabalho apresenta-se uma abordagem *fuzzy* de avaliação temática de cartografias de ocupação do solo tendo por base quatro conjuntos de funções adaptadas do estudo desenvolvido por [6]. De seguida descrevem-se as funções adaptadas à abordagem de avaliação implementada neste trabalho, bem como o método de cálculo de cada uma das funções.

2.3.1 Distribuição e natureza do erro

Numa primeira fase de avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo, [6] dividem o problema tradicional “qual a exactidão do mapa”, em duas questões mais precisas:

- i) Com que frequência é a categoria classificada no mapa a melhor escolha para representar a realidade?
- ii) Com que frequência é a categoria classificada no mapa aceitável?

Para estimar a proporção de indivíduos no mapa e por classe de ocupação do solo em concordância ou em não concordância com a referência, adaptámos as funções MAX e RIGHT. A função MAX estima a proporção de indivíduos bem classificados no mapa, tendo em conta apenas a classe de ocupação do solo mais provável (LABEL 1) identificada em cada observação da amostra. Esta função é simplesmente uma réplica da abordagem tradicional, mas será utilizada como *input* noutras funções *fuzzy*. A função RIGHT estima o número de indivíduos do mapa correctamente classificados, admitindo como correcta uma concordância entre a classe do mapa e a classe de ocupação do solo de referência mais provável (LABEL 1) ou a segunda classe de ocupação do solo mais provável (LABEL 2) em cada observação da amostra. Com a função RIGHT pretendemos ajustar a exactidão temática da cartografia produzida por redução da incerteza existente na identificação das classes de ocupação do solo em cada uma das observações constantes da base de dados de referência.

2.3.2 Gravidade do erro e confiança na exactidão da classificação

A função DIFFERENCE, proposta por [6], foi também adaptada neste trabalho. A partir dos valores desta função são extraídos dois resultados distintos: (1) a confiança na exactidão da classificação; e (2) a gravidade do erro de classificação. A confiança na exactidão é estimada com base na proporção de observações da amostra cuja classe do mapa está em concordância com qualquer uma das classes de referência (LABEL 1 ou LABEL 2) e ajustada com base nos valores do índice de confiança na interpretação da referência (ICR). A confiança na exactidão é muito elevada quando para qualquer observação da amostra a classe do mapa está em concordância com a classe de ocupação do solo de referência mais provável (LABEL 1) e o ICR é máximo. A confiança na exactidão é muito reduzida na

observação quando a confiança na interpretação é mínima e existe apenas uma concordância entre a classe do mapa e a segunda classe de ocupação do solo mais provável (LABEL 2). Na tabela 2 podem observar-se os níveis possíveis de confiança na exactidão da classificação de acordo com as combinações entre o LABEL 1, LABEL 2 e ICR. Por outro lado, os erros de classificação são estimados com base nas observações cuja classe do mapa não corresponde a nenhuma das classes de referência recolhidas na observação. Da mesma forma, que para a confiança na exactidão da classificação, existe um gradiente de erro que vai aumentando com um aumento do índice de confiança na observação. Na tabela 2 apresenta-se também um resumo dos níveis possíveis de gravidade do erro cometido na classificação de acordo com o LABEL 1, LABEL 2 e ICR. As situações assinaladas com \sqrt correspondem às situações em que a classe de ocupação do solo da referência corresponde à classe de ocupação do solo do mapa.

Tabela 2. Níveis de confiança na exactidão da classificação e gravidade do erro de classificação calculados com base na função DIFFERENCE.

		LABEL 1	LABEL 2	ICR
Confiança na classificação	Muito elevada (0)	\sqrt		3
	Elevada (-1)	\sqrt		2
	Aceitável (-2)		\sqrt	2
	Reduzida (-3)	\sqrt		1
	Muito reduzida (-4)		\sqrt	1
Gravidade do erro	Aceitável (-5)			1
	Grave (-6)			2
	Muito grave (-7)			3

2.3.3 Origem do erro

Para estimar em que medida os erros de classificação ocorrem em indivíduos cuja referência diz respeito a duas classes de ocupação do solo, ou seja, se os erros estão ligados ou não à heterogeneidade da paisagem, [6] sugerem outra função *fuzzy*. Esta função, denominada MEMBERSHIP, implica a estimação em separado da exactidão da classificação tendo por base as observações da amostra com duas classes de ocupação do solo de referência e aquelas com uma única classe de ocupação do solo de referência. Em cada situação, considera-se como correcta apenas a concordância entre a classe do mapa e a classe de ocupação do solo de referência mais provável (LABEL 1) identificada na observação. Assim, estima-se em duas situações distintas, i.e. paisagem homogénea (LABEL 1 = LABEL 2) e paisagem heterogénea (LABEL 1 \neq LABEL 2), em que proporção a classe de

ocupação do solo de referência mais provável é correctamente identificada pelo classificador automático. Com a função MEMBERSHIP pretende-se estimar que classes de ocupação do solo apresentam erros de classificação relacionados com a heterogeneidade da paisagem, e quais aquelas que surgem incorrectamente classificadas devido a problemas técnicos relacionados com o classificador automático, tipo de nomenclatura e/ou limitações espectrais das imagens de base. Se predominarem os erros de classificação quando LABEL 1 \neq LABEL 2, estamos perante uma situação provocada maioritariamente pela heterogeneidade da paisagem, mas se os erros de classificação predominarem quando LABEL 1 = LABEL 2, estamos numa situação provocada maioritariamente por dificuldades técnicas aquando do processo de classificação.

2.3.4 Natureza do erro

Para determinar a natureza do erro, [6] desenvolveram as funções CONFUSION e AMBIGUITY. A função CONFUSION é aplicada somente às observações da amostra cuja classe do mapa não está em concordância com nenhuma das classes da referência. Através da função CONFUSION são identificados nos erros de classificação as duas classes de referência em cada observação, ao contrário das funções MAX e RIGHT em que apenas era indicado no erro a classe de ocupação do solo de referência mais provável (LABEL 1). Situações de confusão não detectadas por estas duas funções iniciais (porque se omitia o LABEL 2 no erro) são agora destacadas através da função CONFUSION. Por seu lado, a função AMBIGUITY é aplicada somente às observações da amostra identificadas com duas classes de ocupação do solo de referência e em que uma das classes de ocupação do solo de referência está em concordância com a classe do mapa. Esta função é semelhante à função RIGHT, mas em vez de ser representada na matriz a classe de ocupação do solo de referência em concordância com o mapa, representa-se em cada situação a classe de ocupação do solo de referência alternativa. Com esta função pretendemos estimar que classes de ocupação do solo são mais ambíguas no mapa, ou seja, apesar de estarem correctamente classificadas, existe também a possibilidade de existir uma outra classe de ocupação do solo de referência (identificada pela função AMBIGUITY) nessas mesmas áreas.

3. Caso de estudo

De forma a exemplificar de uma forma prática a abordagem tradicional de avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo e a abordagem *fuzzy* por nós proposta, optámos por incluir neste trabalho um caso de estudo a partir do qual identificaremos as principais diferenças entre as duas abordagens e as mais-valias da abordagem *fuzzy*. Neste capítulo fazemos referência ao mapa de ocupação do solo produzido para o efeito, discriminamos a sua nomenclatura e resumimos o processo de produção de uma base de dados de referência para o efeito.

3.1. Nomenclatura de ocupação do solo

A nomenclatura de ocupação do solo utilizada neste trabalho foi desenvolvida no âmbito do projecto LANDEO [15]. Esta nomenclatura é composta por 17 classes de ocupação do solo, que se apresentam na tabela 3.

Tabela 3. Nomenclatura LANDEO.

Acrónimo	Classe	Acrónimo	Classe
11	Áreas artificiais contínuas	321	Floresta de resinosas fechada
12	Áreas artificiais descontínuas	322	Floresta de resinosas aberta
21	Culturas de sequeiro	331	Floresta mista fechada
22	Culturas de regadio	332	Floresta mista aberta
23	Arrozais	34	Vegetação arbustiva
241	Culturas permanentes de folha perene	35	Vegetação herbácea
242	Culturas permanentes de folha caduca	36	Vegetação esparsa
311	Floresta de folhosas fechada	6	Solo nu
312	Floresta de folhosas aberta	-	-

3.2 Mapa de ocupação do solo para Portugal Continental

Para testarmos a abordagem *fuzzy* proposta e compararmos esta com a abordagem tradicional, produzimos um mapa de ocupação do solo para Portugal Continental derivado de uma imagem MERIS Level 2 FR de Agosto de 2005, utilizando para o efeito o classificador assistido da máxima verosimilhança. A nomenclatura final do mapa é aquela apresentada na tabela 3.

3.3 Protocolo de amostragem e construção da base de dados de referência

Para garantir que todas as classes de ocupação do solo tivessem a mesma probabilidade de serem amostradas na base de dados de referência, recorremos a uma amostragem aleatória estratificada, através da qual foram recolhidas 100 observações para cada classe do mapa final. Cada uma das observações constituintes da nossa base de dados de referência corresponde a um *pixel* com 300x300 m (a mesma dimensão de um *pixel* de uma imagem MERIS level 2 FR).

A informação de ocupação do solo de referência recolhida para cada uma das observações da amostra, e constante da base de dados de referência, respeita aquela apresentada na tabela 1. Esta recolha foi realizada por quatro foto-intérpretes, recorrendo à interpretação visual de imagens aéreas adquiridas durante os anos de 2004/2005/2006 pelo Instituto Geográfico Português (IGP) e a Direcção Geral dos Recursos Florestais (DGRF). Estas imagens aéreas possuem uma resolução espacial de 0.5 m e possuem 4 bandas espectrais (3 bandas no visível e uma banda no infra-vermelho próximo).

3.4. Avaliação da exactidão temática com base na abordagem tradicional

Na tabela 4 apresenta-se a comparação entre a classificação da cartografia produzida e o LABEL 1 da base de dados de referência.

Relativamente à exactidão global da cartografia produzida, pode-se observar que obtivemos um valor muito reduzido (23.1%), o que deixa antever que não seja possível produzir um mapa de ocupação do solo a esta resolução espacial (i.e. derivado de imagens MERIS) e utilizando uma nomenclatura tão detalhada. Este resultado poderia levar a uma discussão extensa dos motivos que estão na sua origem.

No entanto, o nosso objectivo não foi o de produzir um mapa de ocupação do solo perfeito, mas sim aplicar uma nova abordagem de validação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo com base em funções *fuzzy* e sua comparação com esta abordagem tradicional. Portanto, os resultados aqui obtidos são meramente ilustrativos e serão utilizados para comparação das abordagens de validação e não para avaliar o resultado final da classificação. De referir que os resultados desta abordagem tradicional coincidem com aqueles derivados da

função MAX, pelo que a sua discussão será abordada no próximo sub-capítulo.

Tabela 4. Matriz de confusão da amostra e respectivos índices de exactidão temática (EG – Exactidão Global; EU - Exactidão do Utilizador; EP - Exactidão do Produtor)

		Classificação de referência																	Total	EU (%)
		11	12	21	22	23	241	242	311	312	321	322	331	332	34	35	36	6		
Classificação do mapa	11	8	6	1	1														16	50.0
	12	17	48		3	1	1		1		1		3	5	3	6	1		90	53.3
	21	1		40	1	2	1	1							3	6	1		56	71.4
	22		7	8	52	11		5	3	2	2		7		6	1			104	50.0
	23		3	2	12	17					1		4	1					40	42.5
	241	1	12	51	8	3	26	14	12	28	1	1	5	4	48	19	2	3	238	10.9
	242	2	10	40	10	3	20	16	5	12	1				21	9	2	2	153	10.5
	311		1	4					27		7		12	4	9			1	65	41.5
	312		1	24	3	1	4	3	39	39	7	9	3	6	43	8		3	193	20.2
	321										25								25	100.0
	322						4		2		19	7	1	3	19	2	1		58	12.1
	331		1	2	2			2	6	3	26	2	45	9	20	8			126	35.7
	332		3	13		2	2	3	5	8	33	7	5	7	17	7		1	113	6.2
	34			3	2	1	1		4	4	13	2	8	1	43	5	1		88	48.9
	35		1	8	4		4	2	4	3	6	1	7	4	33	14	11	2	104	13.5
	36		3	1	1		1	1	4	3	6	3	1	2	31	9	7		73	9.6
	6		2	1			1		1		1		1		7	2	8	1	25	4.0
Total		29	98	198	99	41	65	47	113	102	149	32	102	46	303	96	34	13	1567	
EP (%)		37.5	40.6	18.7	42.2	90.7	34.0	31.8	26.0	34.1	5.4	27.6	43.7	17.2	13.1	16.6	26.0	9.6	EG (%) = 23.1	

3.5. Avaliação da exactidão temática com base na abordagem *fuzzy*

De seguida apresentam-se os resultados relativos à avaliação da exactidão temática obtidos através das funções *fuzzy* apresentadas no capítulo anterior. Pretende-se analisar a natureza, distribuição e gravidade do erro de classificação, a confiança na exactidão temática da classificação, e estimar que classes de ocupação do solo contribuem mais para cada uma das situações mencionadas. Como o objectivo deste estudo se foca na metodologia utilizada, o discurso cingir-se-á apenas a classes que constituem exemplos representativos dos aspectos que se pretendem realçar.

3.5.1 Distribuição e natureza do erro

Na tabela 5 apresentam-se alguns valores de exactidão temática obtidos com as funções MAX e RIGHT. Pode-se verificar que existe uma melhoria de 9.9% na exactidão global estimada para o mapa quando é utilizada a função RIGHT em detrimento da função MAX (mesmo que na abordagem tradicional). Pode-se

verificar também através da tabela 5 que as classes de áreas artificiais contínuas (11), arrozais (23) e floresta de resinosas (321), não apresentaram um elevado acréscimo de exactidão com a utilização da função RIGHT. Este aspecto não será de estranhar, uma vez que estas classes são aquelas que possuem valores de EU (tabela 4) mais elevados na abordagem tradicional. Significa isto que não existe incerteza na sua identificação de referência, nem dificuldades na sua discriminação por parte do classificador. Das classes de ocupação do solo que apresentaram as melhorias mais acentuadas com a utilização da função RIGHT, destacam-se as classes de solo nu (6), floresta de folhosas aberta (312) e áreas artificiais descontínuas (12). De facto, estas classes têm elementos na sua constituição que surgem em mais do que uma classe de ocupação do solo homogénea e portanto surgem associados na referência a outras classes. Significa isto que a sua presença no mapa é aceitável, uma vez que estão em concordância com a segunda ocupação do solo mais provável (LABEL 2) em diversas observações da amostra. Verifica-se que a função RIGHT acomodou a exactidão temática destas classes à incerteza existente na sua identificação na referência.

Tabela 5. Exactidão temática estimada utilizando as funções MAX e RIGHT.

Classes	MAX (%)	RIGHT (%)	RIGHT – MAX (%)
11	50.0	50.0	0.0
12	53.3	70.0	16.7
23	42.5	42.5	0.0
312	20.2	39.4	19.2
321	100.0	100.0	0.0
6	4.0	28.0	24.0
EG (%)	23.1	33.0	9.9

3.5.2 Gravidade do erro e confiança na exactidão da classificação

No que respeita à confiança na exactidão da classificação, as classes de áreas artificiais (11), culturas de sequeiro (21) e floresta fechada de resinosas (321), apresentam uma confiança muito elevada (0), uma vez que a classe de referência das observações da amostra que contribuíram para esta estimativa foi identificada com muita confiança. Tendo por base a tabela 6, o utilizador da cartografia pode depositar uma grande confiança nas estimativas das EU apresentadas na tabela 4 para estas classes. Pelo contrário, é de referir que as classes de povoamentos florestais abertos (312, 322 e 332), culturas permanentes (241 e 242), vegetação herbácea (35), vegetação esparsa (36) e solo nu (6), apresentam uma confiança na exactidão da classificação muito reduzida. Esta situação indica que as referidas

classes de ocupação do solo no mapa estão em conformidade com a referência, mas a proporção de acertos pode ser aleatória e não corresponder a verdadeiras concordâncias, uma vez que a confiança na interpretação da referência foi mínima. Assim, o utilizador deverá estar alertado para a possibilidade do valor de exactidão temática destas classes ser na verdade inferior ao indicado pelas funções MAX e/ou RIGHT.

Observando a tabela 6 pode-se verificar também que grande parte dos erros de classificação das classes de ocupação do solo é aceitável (-5), ou seja, ocorre maioritariamente em observações às quais foi atribuído um nível de confiança mínimo na interpretação da classe de referência mais provável. Este aspecto indica-nos que os erros deverão estar relacionados com a heterogeneidade da paisagem, e podem efectivamente dever-se em determinada extensão a deficiências da base de dados de referência e não a erros do mapa.

Tabela 6. Confiança na exactidão da classificação e gravidade do erro de classificação (função DIFFERENCE).

Classes	Gravidade do erro (%)			Confiança na exactidão da classificação (%)				
	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
11	25,0	6,3	18,8	0,0	0,0	6,3	0,0	43,8
12	16,7	4,4	8,9	11,1	5,6	13,3	14,4	25,6
21	5,4	3,6	12,5	3,6	3,6	16,1	19,6	35,7
241	17,6	16,0	49,6	5,0	0,8	6,3	0,8	3,8
242	17,6	19,0	47,1	5,2	0,7	5,2	2,0	3,3
312	17,6	11,9	31,1	14,0	5,2	11,4	7,3	1,6
321	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	88,0
322	31,0	15,5	32,8	8,6	0,0	6,9	3,4	1,7
332	15,9	16,8	55,8	4,4	0,9	5,3	0,9	0,0
35	14,4	10,6	46,2	12,5	2,9	10,6	1,9	1,0
36	23,3	13,7	46,6	5,5	1,4	6,8	1,4	1,4
6	16,0	20,0	36,0	24,0	0,0	4,0	0,0	0,0

3.5.3 Origem do erro

Na tabela 7 apresentam-se os resultados de exactidão derivados da função MEMBERSHIP. Como esperado, obteve-se uma concordância global mais elevada sempre que foi atribuída uma única classe de referência às observações da amostra (41.1%). De facto, as observações da amostra às quais foi atribuída apenas uma classe de ocupação do solo de referência são espectralmente mais semelhantes às observações utilizadas para o treino do classificador automático, ou seja, representam as classes no seu estado puro e como tal apresentam uma menor dispersão espectral em torno das características da classe. Deste modo, é

natural que sejam mais facilmente classificadas no mapa em concordância com a classe de referência mais provável.

Tabela 7. Resultados de exactidão derivados com a função MEMBERSHIP.

Classes	Uma classe de referência		Duas classes de referência	
	Frequência (%)	EP (%)	Frequência (%)	EP (%)
11	75.9	31.8	24.1	14.3
12	37.8	62.2	62.2	65.6
21	24.2	41.7	75.8	16.0
312	5.9	50.0	94.1	76.0
322	6.3	50.0	93.8	36.6
332	4.3	0.0	95.7	29.5

Este aspecto já não se verifica nas observações às quais foram atribuídas duas classes de ocupação do solo de referência, para as quais foi estimada uma concordância global mais reduzida (21.8%). Em geral, as classes de ocupação do solo são melhor identificadas no mapa quando surgem na referência com uma única classe de ocupação do solo, à excepção de, por exemplo, florestas abertas (312), vegetação esparsa (36) e solo nú (6). Supomos que nestas situações a exactidão mais elevada se deve a um efeito aleatório, pois todas estas classes apresentam uma frequência superior de observações interpretadas com duas classes de referência. Mais ainda, salienta-se que a classe de referência é de difícil interpretação nestas situações. Por exemplo, no caso das classes de floresta aberta, é muitas vezes difícil definir o grau de coberto arbóreo e portanto identificar essa área como floresta ou como vegetação arbustiva. Esta mesma dificuldade acontece com as classes de vegetação esparsa (36) e solo nú (6), que representam um *continuum* natural na paisagem. Significa isto, que existe um problema de classificação relacionado maioritariamente com a heterogeneidade da paisagem nestas classes à escala de análise. De facto, esta dificuldade foi anteriormente descrita por [16] e [17], o que põem em questão a produção de um mapa de ocupação do solo com uma nomenclatura tão exaustiva e com uma unidade mínima cartográfica de 9 ha.

3.5.4 Natureza do erro

Como exemplo dos resultados de exactidão obtidos com as funções CONFUSION e AMBIGUITY, são destacadas na tabela 8 algumas situações. Observando a tabela 8 e os resultados referentes à função CONFUSION, pode verificar-se por

exemplo, que o número de observações da amostra em que se verifica uma confusão entre a classe 241 no mapa e as classes de referência é quase o dobro quando comparado com os valores obtidos com a função MAX (mesmo que abordagem tradicional – tabela 4).

Tabela 8. Natureza dos erros determinada com as funções CONFUSION e AMBIGUITY(ζ - CONFUSION; η - AMBIGUITY).

		Classificação de referência									
		21		311		312		34		35	
		ζ	η	ζ	η	ζ	η	ζ	η	ζ	η
Classificação do mapa	241	87	10	20	2	50	4	90	4	46	2
	242	68	5	11	0	26	0	44	3	26	1
	312	37	14	47	18	X	X	56	27	24	8

Esta situação indica que, para além destas confusões serem elevadas sempre que estas classes constituem a classe de referência mais provável, ocorre frequentemente nas situações em que estas classes surgem como segunda classe de referência mais provável. O produtor deve então estar alertado para uma situação de confusão espectral que está a ser reforçada pelos resultados da função CONFUSION, procurando uma solução alternativa para melhorar a discriminação entre estas classes.

No que respeita aos resultados da função AMBIGUITY, e olhando para a classe do mapa de floresta aberta de folhosas (312), percebemos que sempre que o mapa está correctamente classificado existe um grande número de observações que indicam como referência alternativa as classes de culturas de sequeiro (21), florestas fechada de folhosas (311), vegetação arbustiva (34) ou vegetação herbácea (35). O utilizador deverá estar alertado para o facto de existir uma probabilidade de qualquer uma destas ocupações existir à superfície terrestre em detrimento da classe de floresta aberta de folhosas (312) indicada pelo mapa, uma vez que a referência identificada é incerta para a maioria das observações correctamente classificadas.

4. Conclusão

Fazendo agora uma reflexão final sobre este trabalho verificamos que os nossos objectivos foram atingidos. Através de uma metodologia relativamente simples consegue-se fornecer mais informação ao utilizador sobre a exactidão temática da cartografia produzida, do que disponibilizariamos se tivesse sido apenas

implementada uma avaliação da exactidão utilizando uma abordagem tradicional. Para além disso, o produtor pode melhorar também os métodos utilizados na produção de cartografias de ocupação do solo, pois agora está mais informado sobre a origem do erro da cartografia produzida e das condições ambientais em que os erros estão a ser cometidos.

Através destes métodos de avaliação conseguimos discernir e descrever a distribuição “real” da ocupação do solo com maior rigor e aferir sobre as suas características no seio da paisagem em que está inserida. Esta metodologia poderá assim ser implementada em futuros projectos ligados à avaliação da exactidão temática de cartografias de ocupação do solo, sendo uma mais-valia nos processos de tomada de decisão. Os actores intervenientes neste processo estarão assim mais conscientes do erro e incerteza inerente ao processo de elaboração das cartografias de ocupação do solo. Este trabalho constitui uma base para que no futuro se possam desenvolver índices de exactidão *standard* que acomodem a incerteza, utilizando a abordagem *fuzzy* proposta, uma vez que esta é uma área ainda muito pouco desenvolvida e que necessita de mais investigação.

Referências bibliográficas

- [1] Caetano, M., F. Mata, and S. Freire, 2006. Accuracy assessment of the Portuguese CORINE Land Cover Map. in *Global Developments in Environmental Earth Observation from Space* (A. Marçal, editor), Millpress, Rotterdam, pp. 459-467.
- [2] Stehman, S.V., and L. Czaplewski, 1998. Design and Analysis for Thematic Map Accuracy Assessment: Fundamental Principles, *Remote Sensing of Environment*, 64:331-344.
- [3] Story, M., and R. G. Congalton, 1986. Accuracy Assessment: A User's Perspective, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 52(3):397-399.
- [4] Woodcock, C. E., and S. Gopal, 2000. Fuzzy set theory and thematic maps: accuracy assessment and area estimation, *International Journal of Geographical Information Science*, 14(2):153-172.

- [5] Goodchild, M., 2003. Geographic Information Science and Systems for Environmental Management, *Annual Review of Environment and Resources*, 28:493-519.
- [6] Gopal, S., and C. Woodcock, 1994. Theory and Methods for Accuracy Assessment of Thematic Maps Using Fuzzy Sets, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 60(2):181-188.
- [7] Aronoff, S., 1982. Classification Accuracy: A User Approach, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 48(8):1299-1307.
- [8] Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and Rhind, D. W., 2005, *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management, and Applications*, New Jersey: John Wiley & Sons.
- [9] Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy Sets, *Information and Control*, 8(3):338-353.
- [10] Congalton, R. G., and K. Green, 1999. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 137 p.
- [11] Hadipriono, F. C., J. G. Lyon, and L. Thomas, 1991. Expert opinion in satellite data interpretation, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 57(1):75-78.
- [12] Zhu, Z., L. Yang, S.V. Stehman, and R.L. Czaplewski, 2000, Accuracy assessment from the US Geological Survey Regional Land Cover Mapping Program: New York and New Jersey Region. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66, 1425–1435.
- [13] Wickham, J.D., S.V. Stehman, J.H. Smith, and L. Yang, 2004, Thematic accuracy of the 1992 National Land-Cover Data for the western United States. *Remote Sensing of Environment*, 91, 452–468.
- [14] Carrão, H., M. Caetano, and P. Coelho, 2007a. Sample Design and Analysis for Thematic Map Accuracy Assessment: An Approach Based on Domain Estimation for the Validation of Land Cover Products, *Proceedings of the 32nd International Symposium on Remote Sensing of Environment*, San Jose, Costa Rica.

- [15] Carrão, H., Araújo, A., Cerdeira, C., Sarmiento, P., Capão, L. and Caetano, M. 2007b, A reference sample database for the accuracy assessment of medium spatial resolution land cover products in Portugal. In Proceedings of the IEEE International Conference on Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS'2007), 20-29 July 2007, Barcelona, Spain.
- [16] Carrão, H., 2002. *Caracterização da Estrutura da Paisagem: Modelação e Avaliação das Transformações na Representação da Ocupação do Solo*, Estágio final da Licenciatura em Eng.^a Biofísica, Universidade de Évora, Évora, 138 p.
- [17] Sarmiento, P., 2007. *Avaliação da Exactidão Temática de Cartografias de Ocupação do Solo: Abordagem Aplicada a Imagens de Satélite de Média Resolução Espacial*, Estágio final da Licenciatura em Eng.^a Biofísica, Universidade de Évora, Évora, 137 p.

Detecção e medição de recuos nas arribas no litoral do Algarve para integração em SIG

R.Matildes¹(rita.matildes@oniduo.pt), P. Redweik^{1,2}, F. Marques^{1,3}, L.Santos¹

(1) *Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal*

(2) *Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia*

(3) *Departamento e Centro de Geologia*

Resumo

O recuo da linha de costa rochosa é causado principalmente pela ocorrência de movimentos de massa que constituem um constrangimento significativo às actividades humanas e são fonte considerável de perigosidade e risco.

A instabilidade em arribas pode ser caracterizada por modelos empíricos baseados na análise de inventários de movimentos ocorridos no passado. Para esse efeito, foi realizado um estudo multitemporal num período já analisado por métodos simples (1938-1991) e uma actualização da informação até 2007, utilizando métodos digitais.

A análise desenvolvida passa pela restituição fotogramétrica de elementos geomorfológicos das arribas, que apoiam a geração de MDTs. A conjugação destas informações é fundamental na detecção, medição e caracterização dos movimentos ocorridos. Um Sistema de Informação Geográfica concebido para o efeito, integra a informação e permite actualização da mesma.

Este SIG terá uma organização simples mas eficaz, para habilitar técnicos e decisores a desenvolver, de forma sustentável, uma região de elevado interesse turístico.

Palavras-Chave: SIG, apoio à decisão, modelação terreno, ordenamento orla costeira, erosão arribas, landslides.

1. Introdução

O recuo de arribas costeiras é causado principalmente pela ocorrência de movimentos de massa de diferentes tipos e dimensões, constituindo um constrangimento relevante para as actividades humanas e uma fonte de significativa perigosidade.

A ocupação do litoral de arriba tem aumentado nas últimas décadas, não só através da construção de estruturas de lazer, como de edifícios de dimensão considerável, tornando o recuo das arribas um problema de crescente importância em diversas zonas do mundo.

A redução do risco, a preservação da paisagem e do legado natural e ainda problemáticas ambientais requerem uma monitorização costeira baseada num planeamento apoiado cientificamente e que oriente projectos e medidas de prevenção e/ou estabilização bem como a monitorização do seu desempenho.

Analogamente às aproximações realizadas para o estudo de perigosidade de deslizamentos de terra, a análise das instabilidades em arribas deverá incluir as componentes espacial, temporal e de magnitude que resultam essencialmente de modelos empíricos baseados na análise de inventários sistemáticos de eventos ocorridos no passado, raros na literatura[2].

Uma excepção a esta afirmação é o caso do litoral de arriba algarvio. Este foi alvo de estudos detalhados baseados na comparação sistemática de fotografias aéreas desde 1938 a 1991, realizada com recurso a métodos simplificados[3]. Estes métodos permitiram construir um inventário completo, sobre o qual se estabeleceu um modelo de recuo de arribas. No entanto, são altamente dependentes do

operador que adquire os dados e não permitem a continuidade da análise do fenómeno com a objectividade e precisão na quantificação requeridas.

De forma a ultrapassar estas desvantagens e a estabelecer métodos objectivos para a identificação e medição de eventos de recuo em arribas litorais com a precisão necessária, foram testados métodos fotogramétricos.

Primeiramente, estes métodos foram aplicados ao sector Burgau - Lagos. Segundo o inventário de 1991[2], a frequência das instabilidades neste sector não é muito elevada (45 eventos entre 1947 e 1991), originando taxas de recuo médias de 10^{-2} a 10^{-3} m/ano. Como indicação da magnitude de movimentos a identificar e medir, a área horizontal perdida no topo da arriba em cada evento varia entre 3m^2 e 76m^2 , e o volume de material movimentado situa-se entre 50m^3 e 12000m^3 . Esta região apresenta-se como a mais complicada de toda a costa sul em termos de descontinuidades de relevo originadas pela complexa morfologia das arribas costeiras.

Comparativamente, foi elaborado um estudo semelhante no sector de Quarteira – Ancão, uma região de geomorfologia bastante diferente. O recuo nestas arribas ocorre de forma paralela à linha de costa, tendo sido detectadas, em estudos anteriores [2][4][5], taxas de recuo variáveis ao longo do tempo, sendo o conceito de taxa média pouco adequado neste caso. Marques (1997)[2] refere diferenças significativas de taxas de recuo em diferentes segmentos de arriba dentro deste sector, anterior e posteriormente à década de 70, data de construção da marina de Vilamoura e das obras de defesa costeira de Quarteira, após as quais a erosão aumentou significativamente para Este. A título de exemplo, refere-se a zona de Trafal que sofreu, no período de 1974 a 1991, um recuo médio de cerca de 38m, e a zona de Forte Novo que, no mesmo período, recuou cerca de 60m [2].

O estudo realizado no primeiro sector teve o objectivo principal de estabelecer e avaliar a estratégia delineada para a detecção automática de eventos da dimensão referida acima, entre duas épocas, obtendo também a sua localização, área perdida no topo da arriba e o volume de material movimentado.

2. Detecção das instabilidades em arribas rochosas

No que se refere à aproximação por fotogrametria, seguiu-se a metodologia que se descreve. Primeiramente, é necessário ter disponível coberturas aéreas de diversas datas, cuja orientação espacial é determinada por aerotriangulação. Na posse das orientações espaciais é possível calcular modelos digitais de terreno para cada época. Para auxiliar os algoritmos geradores de MDSs (modelos digitais de superfície), baseados em correlação automática de imagens, a caracterizar convenientemente a superfície, numerosas linhas de quebra têm que ser estereorrestituídas previamente. Na zona de interesse, estes MDSs podem-se considerar coincidentes com MDTs, visto que não existem objectos artificiais ou vegetação alta.

Após a harmonização da dimensão das células dos MDTs referentes a cada época, é obtido um MDT diferencial que revela as alterações de altitude ocorridas de uma época para outra e a respectiva distribuição em planimetria.[1]

Uma análise cuidada dos resultados permite diferenciar as alterações causadas por actividades humanas (novas construções e estradas) das correspondentes a eventos naturais.

Por último, uma análise estatística quantifica esses movimentos.

3. Caracterização das regiões em estudo

3.1 Burgau – Lagos

O sector Burgau – Lagos tem um comprimento de aproximadamente 16Km, orientado W-E. Trata-se de um segmento dominado por calcários margosos e margas do Cretácico, a que se sobrepõem calcarenitos fracos do Miocénico, fortemente afectados de carsificação, parcialmente preenchida por depósitos arenosos do Plio-Plistocénico. As arribas apresentam variações de altura entre 20m e mais de 100m, com secções de perfil irregular, e inclinações da ordem dos 60 a 80° a partir do plano horizontal do topo da arriba, nas rochas Cretácicas, e quase verticais, com algumas secções em consola, nas rochas do Miocénico.

Dadas as suas características geológicas e a acção erosiva que sofre, as arribas apresentam sopé submerso ou assentam em pequenas praias povoadas por blocos caídos. Assim, existe uma alternância entre praias e arribas mergulhantes. No extremo Este, cavidades e arcos formam uma morfologia complexa tornando a paisagem muito atractiva mas pouco favorável à fotogrametria.



Figura 1 – Enquadramento geográfico do sector Burgau – Lagos (fonte: Google Earth).

3.2 Quarteira – Ancão

Este sector é constituído por um litoral quase rectilíneo de cerca de 9Km de comprimento, com uma direcção aproximada NW-SE. É caracterizado por intensa ocupação humana e por uma acção erosiva bastante mais forte que o sector anterior. É constituído por arribas de areias vermelhas silto-argilosas do Plio-Plistocénico, e por praias de areia contínuas. A arriba apresenta alturas compreendidas entre menos de 4m até cerca de 20m.



Figura 2 – Enquadramento geográfico do sector Quarteira – Ancão (fonte: Google Earth).

4. Coberturas aéreas e informação adicional

Para o estudo multitemporal dispunha-se de diversas coberturas aéreas da região em formato papel, pelo que foi necessário digitalizar, a partir dos filmes originais, as fotografias que cobrissem as regiões de interesse.

O voo mais antigo tornou-se problemático na medida em que, no início do estudo, mesmo após esforços consideráveis, se desconhecia por completo o paradeiro do suporte original ou mesmo se tal suporte ainda existiria. Foram, portanto, na ausência de melhor solução, digitalizadas as cópias em papel existentes na FCUL. Relativamente aos restantes voos, foram digitalizados os diapositivos a partir dos filmes originais, no scanner fotogramétrico Vexcel Ultrascan 5000.

Na realidade, estão disponíveis outras coberturas aéreas das mesmas zonas, de diferentes datas e escalas. No entanto, dado o enorme volume de informação e o limitado prazo de execução, optou-se por processar fotogrametricamente os voos que apresentassem melhor escala e que possibilitassem a aquisição de informação nova, isto é, posterior a 1991.

Apresenta-se na tabela 1 as características dos voos e da respectiva digitalização.

Tabela 1 – Voos utilizados e digitalização realizada

Nome	Data	Escala	Formato (cm x cm)	Distância Focal (mm)	Câmara	Scanner	Dimensão pixel (m)
SPLAL	1938-1948	1:18000	18 X 18 P/B	204.4	NA	EPSONPerfection V700 Photo	0.41
IGP1991	1991	1:30000	23 X 23 P/B	151.64	WILDRC10	Vexcel Ultrascan 5000	0.67
INAG2002	2002	1:8000	23 X 23 Cor	153.073	WILDRC20	Vexcel Ultrascan 5000	0.18
IGP2007 (Digital)	2007	1:44000	16.6 x 9.22	120	DMC	-	0.50

O voo INAG2002, tendo sido realizado com finalidade cartográfica, tinha associado um conjunto de pontos fotogramétricos, documentados. Os certificados de calibração estavam disponíveis para todos os voos, excepto para o voo SPLAL que não possui esse tipo de informação, dada a sua antiguidade.

4.1 Enquadramento das coberturas aéreas utilizadas

À data de execução do sector Burgau – Lagos, que constituiu o segmento de testes para avaliação de estratégias e metodologias, o voo 2007 não estava ainda disponível, pelo que se trabalharam os voos que limitavam a maior janela temporal possível, INAG2002 e SPLAL. Neste momento encontra-se em processamento a restituição deste sector para a data de 2007.

Para o sector Quarteira – Ancão, já foi possível alargar a janela temporal até 2007, conseguindo-se assim uma actualização da situação do litoral por mais 16 anos. Está finalizado o estudo entre 1991 e 2007, encontrando-se em processamento o voo SPLAL para esta região.

4.1.1 SPLAL

Este segmento está coberto por 8 fiadas de orientação N-S (Figura 3), orientadas espacialmente por aerotriangulação. Os resultados da aerotriangulação obtidos para este voo consideram-se satisfatórios tendo em conta as dimensões das alterações a detectar. No entanto, espera-se que a utilização de imagens digitalizadas a partir dos originais, entretanto localizados, providenciem melhores precisões. Foram processadas 19 fotografias, das quais 14 formaram os pares estereoscópicos que foram alvo de restituição fotogramétrica.

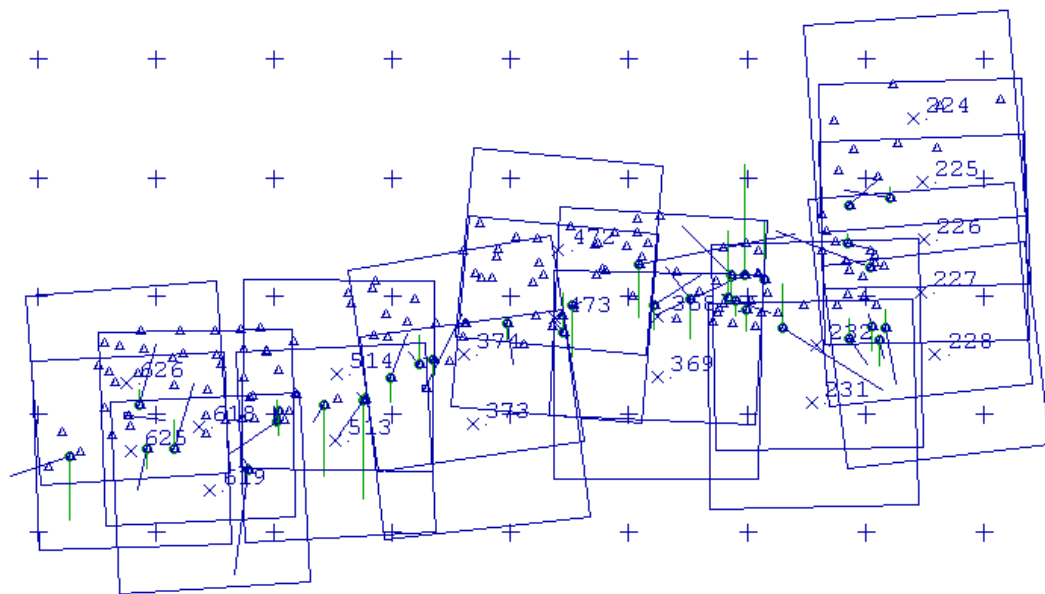


Figura 3 – Enquadramento da cobertura aérea SPLAL, no sector Burgau – Lagos.

4.1.2 INAG2002

Na zona de estudo, esta cobertura é constituída por 7 fiadas que foram orientadas espacialmente por aerotriangulação, de orientação geral W-E, acompanhando o recorte do litoral. A sua escala e parâmetros de digitalização tornam-no no voo com a maior dimensão de pixel no terreno (GSD), 0.18m, permitindo a obtenção de um pormenor não atingível nos restantes.

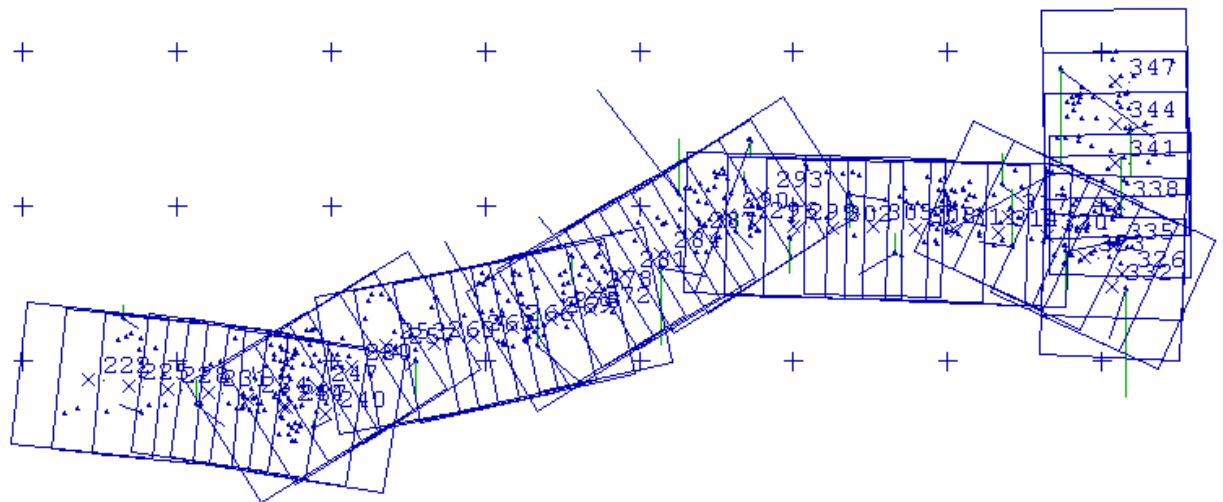


Figura 4 – Enquadramento da cobertura aérea INAG2002, no sector Burgau – Lagos.

4.1.3 IGP1991

Este voo, realizado a uma escala pouco favorável a este estudo (1:30000), foi processado apenas para a zona Quarteira – Ancão, para apoiar a actualização do Plano Director Municipal de Loulé. Caracteriza-se por fiadas de direcção W-E, com sobreposição longitudinal próxima de 70%. Foram orientadas espacialmente por aerotriangulação 9 fotografias, das quais 4 foram alvo de restituição fotogramétrica.

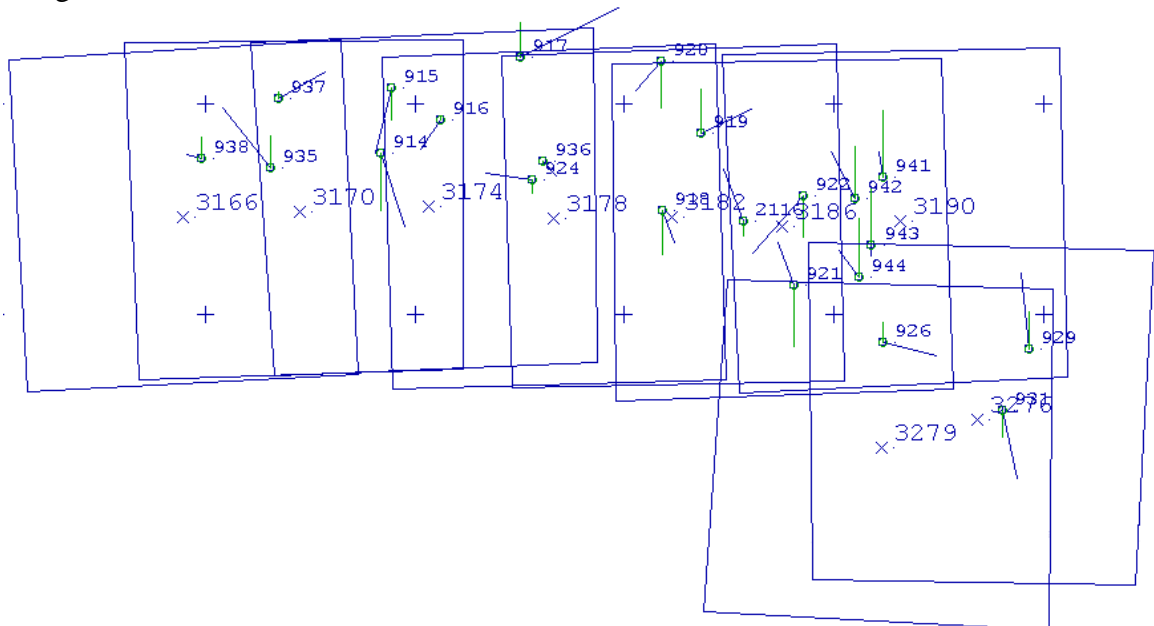


Figura 5 – Enquadramento da cobertura aérea IGP1991, no sector Quarteira - Ancão.

4.1.4 IGP2007

Este voo é o mais recente existente para esta área. Foi executado à escala 1:44000 com uma câmara digital, a DMC, que se caracteriza por uma dimensão de pixel de 12µm, associada a um sistema GPS/IMU, estando os parâmetros de orientação externa já disponíveis. As imagens finais apresentam dimensões de 13824 x 7680

pixels e um GSD de 0.50m.

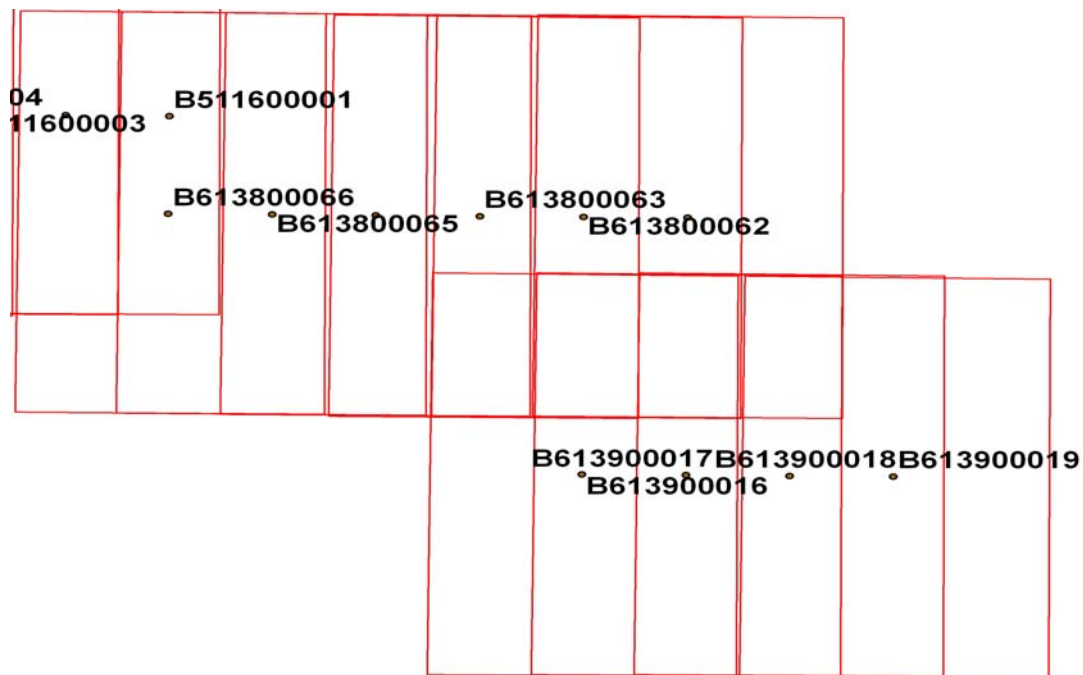


Figura 6 – Enquadramento da cobertura aérea IGP2007, no sector Quarteira - Ancão.

Para todos os voos descritos foi realizada a estereorrestituição fotogramétrica dos elementos crista de arriba e base de arriba, constituindo um ficheiro vectorial que serviu de base tanto à comparação vectorial como à geração de MDTs.

5. Estratégias

Foram testadas duas estratégias para a detecção e caracterização de movimentos. Para validação dos resultados referentes ao sector Burgau - Lagos, recorreu-se ao inventário realizado anteriormente.

Relativamente ao sector Quarteira – Ancão, uma vez que a janela temporal não intersecta o período inventariado não é possível validar os resultados do mesmo modo. No entanto, é possível concluir acerca da continuidade da tendência de evolução revelada nos dados inventariados. Esta aproximação é válida para este sector dado o tipo e velocidade de recuo verificados.

5.1 Por geração de MDTs diferenciais

Dado o recorte da linha de costa, mais complexo no primeiro sector, concluiu-se que a geração de MDTs teria que ser apoiada pelas linhas resultantes da estereorrestituição, materializando os elementos crista e base das arribas. Estas linhas foram posteriormente codificadas como *hard break lines*, ou linhas de quebra resistentes, de forma a serem integradas no MDT pelo algoritmo de geração.

Na posse dos MDTs para as diferentes épocas, harmonizou-se a dimensão das células e, através de um processo de subtração, obteve-se modelos diferenciais representativos das alterações ocorridas no relevo.

Os MDTs diferenciais, codificados numa escala de cores adequada, apresentam zonas onde ocorreram aumentos ou diminuições de altitude, que podem ser detectadas automaticamente. Nestas zonas, é possível calcular volumes ganhos

(acumulação de detritos de movimentos na base das arribas) e perdidos (desaparecimento de área no topo da arriba), com base nos valores do MDT diferencial. Para cálculo das áreas correspondentes, foi utilizada uma ferramenta que classifica automaticamente a imagem do MDT diferencial em três classes distintas, ganho, perda e inalterado.

5.2 Por comparação de resultados da estereorrestituição

Sobrepondo os dados vectoriais tridimensionais resultantes da estereorrestituição de cada cobertura aérea, para áreas correspondentes, é possível, por análise visual, detectar áreas que, de uma época para a outra, sofreram alteração. De um modo geral, a diminuição de área no topo da arriba e o aumento de área na base corresponde a um movimento ocorrido no intervalo de tempo considerado. Para cada evento, através de ferramentas de medição de um software CAD ou SIG, delimita-se a região perdida com um polígono.

Simultaneamente, recolhe-se informação a introduzir numa tabela de atributos de um SIG, tal como: coordenadas planimétricas do centro do polígono definido, área perdida, largura máxima, altura da arriba.

6. Resultados

Para o sector Burgau – Lagos, na faixa litoral entre a Praia do Canavial e Lagos (3,6 Km), a estratégia aplicada permitiu detectar 23 possíveis novas alterações isoladas ocorridas desde 1991 (Figura 7), para além dos 19 movimentos já inventariados em [2], o que corresponde a uma taxa de sucesso de 86%.

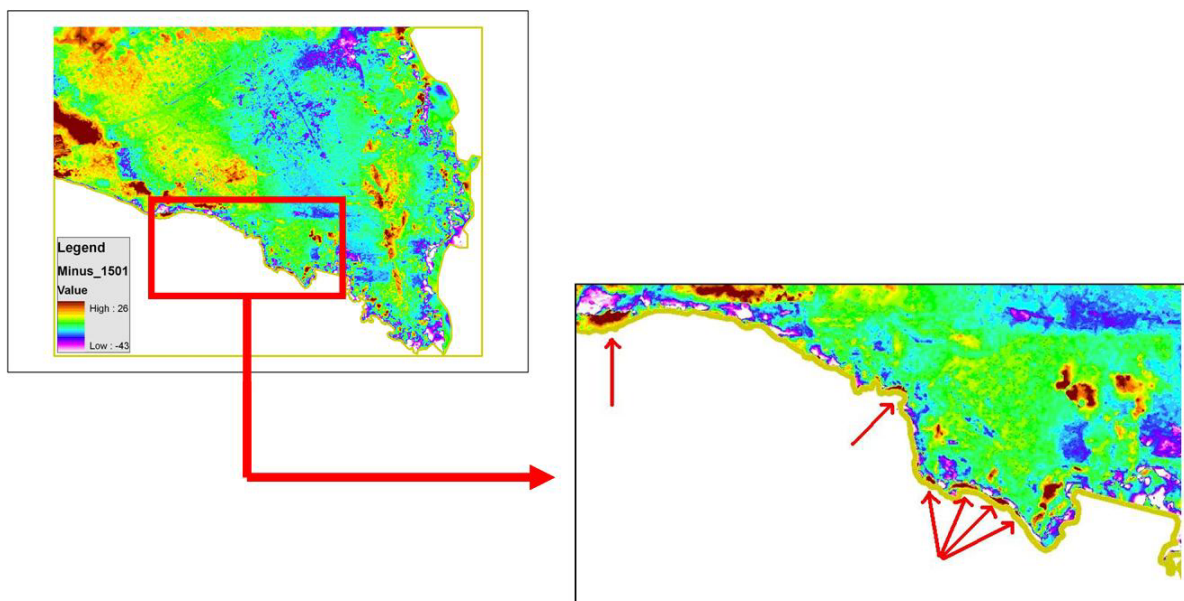


Figura 7 – MDT diferencial 1938 – 2002.

Na análise individual de cada alteração detectada, recorreu-se a uma cobertura fotográfica oblíqua para interpretação do movimento (Figura 8).



Figura 8 – Exemplo de movimento detectado e respectiva fotografia oblíqua.

Uma ferramenta de classificação automática dividiu o MDT diferencial em três classes distintas, como exemplificado na Figura 9. Os polígonos de recuo foram então definidos com base nestas informações.

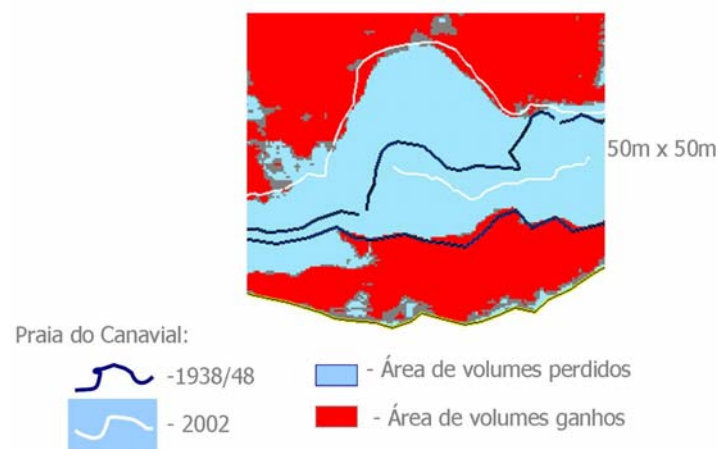


Figura 9 – Resultado da operação Cut/Fill (ArcGIS – ESRI).

Relativamente ao sector Quarteira – Ancão, a estratégia seguida permitiu obter polígonos alongados bem representativos do tipo de recuo ocorrido nesta região. Salienta-se a área considerável de cada polígono, reveladora das elevadas taxas de recuo descritas para este segmento [2][4][5].



Figura 10 – Exemplo de polígono de recuo sobre ortofotos de 2005. Diferença 1991 – 2007.

A largura máxima registada e taxas médias de recuo para os sectores Forte Novo, Trafal e Vale de Lobo constam da Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de recuo para o segmento Quarteira – Ancão.

Arriba	Largura máxima do polígono (m)	Taxa de recuo (m/ano)
Forte Novo	43	2,7
Trafal	29	1,8
Vale de Lobo	15	0,9

7. Concepção e construção do SIG

O inventário estruturado em [2] estava elaborado em suporte papel com recurso a extractos de imagem da Carta 1:25000 do IGeoE, encontrando-se a informação dos atributos compilada em tabelas Excel.

A primeira fase consistiu na integração de toda esta informação num sistema de informação geográfica referenciado ao sistema ETRS89 PT-TM06, recomendado pelo IGP. Para base cartográfica do SIG recorreu-se aos níveis correspondentes ao relevo da cartografia de 2002 da zona costeira do Algarve, à escala 1:2000. Sobre a cartografia foram projectados, como pontos, os movimentos inventariados, por tipologia, e, após importação das tabelas Excel, foram associados os atributos ao movimento respectivo.

Foram realizadas alterações à tabela de atributos, a nível das classes, de forma a melhor se adequarem a novos dados: coordenadas do centro dos polígonos delimitadores de movimento e visualizador de imagem com fotografias oblíquas. Os campos da tabela de atributos incluem, para além dos citados, identidade, tipo, área afectada, volume movimentado, largura máxima de arriba perdida, comprimento de arriba afectado, altura da arriba, existência de protecção de sopé, existência de blocos na base da arriba, largura da praia, data aproximada de ocorrência, litologia e geologia, para além de um campo destinado a descrições adicionais.

Nesta fase de desenvolvimento do SIG, poderão ser disponibilizados aos utilizadores os *layers* Topografia 1:2000 (Figura11), Carta Geológica (*raster*),

Movimentos (Figura11), Acessibilidades e Edificado.

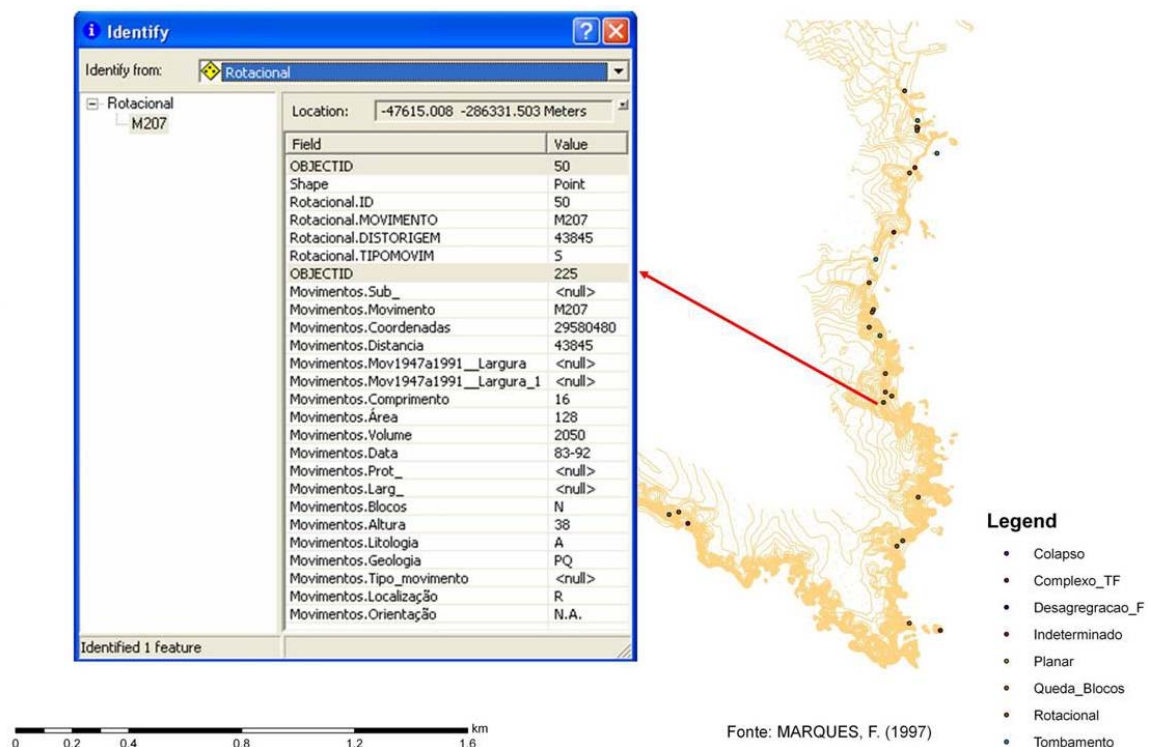


Figura 11 – Exemplo de um movimento no SIG – níveis Topografia 1:2000 e Movimentos, e tabela de atributos.

Pretende-se ainda estruturar um conjunto de inquirições à base de dados que permitam ao utilizador ter acesso imediato a algumas informações já cruzadas e filtradas, como por exemplo, a indicação de movimentos ocorridos dentro de um determinado espaço de tempo ou tipos de movimentos associados a determinada geologia.

Este SIG será de grande interesse para todos os organismos que tenham alguma jurisdição sobre a costa: em qualquer altura, poderão ter acesso a informação rigorosa, georreferenciada, facilmente interpretável, sobre o comportamento dos seus sectores costeiros, permitindo-lhes uma gestão e um ordenamento muito mais eficientes do seu território.

References

- [1] Redweik, P., Marques, F., Matildes, R. (2008) – A strategy for detection of the cliff retreat in the coast of Algarve (Portugal). Carsten Jürgens (Ed.): Remote Sensing – New Challenges of High Resolution, Bochum 2008. 298-310 pp. ISBN 978-3-925143-79-3.
- [2] Marques, F. (1997) – As arribas do litoral do Algarve. Dinâmica, Processos e Mecanismos. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa. 556 paginas (não publicado).
- [3] Marques, F. (2006b) – A simple method for the measurement of cliff retreat from aerial photographs. Z. Geomorphol. – Supplementbände, 144: 39-59.
- [4] Oliveira, S. (2005) – Evolução recente da linha de costa no troço costeiro Forte Novo – Garrão (Algarve). Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- [5] Oliveira, S., Catalão, J., Dias, J. A. (2003) “Mean cliff retreat rate tendencies for Forte Novo -

Garrão (Algarve - Portugal)". In: (Eds.) Vilas, F.; Rubio, B.; Diez, J. B.; Francés, G.; Bernabeu, A. M.; Fernández, E.; Rey D. & Rosón, G., Special Volume on the 4th Symposium on the Atlantic Iberian Continental Margin, *Thalassas*, 19(2b), 210-211.

Avaliação da Qualidade Temática

Completude e exactidão temática

Marnoto, João

Novageo Solutions

Pólo Tecnológico de Lisboa, Lote 1, 2º andar, Sala 201 e 202

Estrada do Paço do Lumiar

1600-546 Lisboa

joao.marnoto@novageo.pt

Resumo

Os **erros temáticos** são dos erros mais gravosos em cartografia e são muito difíceis de identificar, medir e corrigir; recentes abordagens para a sua avaliação e medição estão definidas nalgumas normas ISO; este artigo ilustra os conceitos e propõe uma metodologia (baseada em *multi-features*) para obter as métricas associadas: determinação do número de Omissões, Comissões e erros de Classificação numa amostra aleatória definida sobre um conjunto de dados quando comparado com uma descrição “verdadeira” do terreno, incluindo uma reflexão sobre o seu impacto quando traduzidas, não em enumerações mas sim em métricas lineares.

O artigo apresenta ainda problemas especiais relacionados com a coincidência espacial, descrevendo as suas nove variantes e explorando os princípios de implicação e de exclusão mútua para minimizar as ambiguidades resultantes.

PALAVRAS CHAVE: GIS, Geographic Information, International Standard, Iso 19113 – Quality Principles, Iso 19114 – Quality Evaluation Procedures, Evaluating Data Quality, Reporting Data Quality, DQ_DataQuality, DQ_Completeness, DQ_CompletenessOmissão, DQ_CompletenessComissão, DQ_ThematicAccuracy, DQ_ThematicClassificationCorrectness, DQ_NonQuantitativeAttributeAccuracy, DQ_QuantitativeAttributeAccuracy, DQ_ConformanceResult, DQ_QuantitativeResult, Inspection for Conformance, Misclassification, Sampling, Multi-features.

1 Resumo

O **controlo temático** dos objectos cartográficos é um velho objectivo em cartografia que provém dos tempos da cartografia analógica; hoje em dia, com a diversidade dos instrumentos disponíveis em ambiente fotogramétrico, tendemos a extrair muito mais informação das fontes de dados, o que conduz a uma elevada probabilidade de classificações erradas.

Este artigo (devido a restrições de espaço o artigo não se apresenta aqui de forma completa; o artigo completo pode ser obtido em www.novageo.pt) discute estes tópicos no contexto de multicodificação (multi-features) o que significa que a mesma geometria pode delinear objectos singulares com diferentes funções no terreno ou mesmo diferentes objectos espacialmente coincidentes ou ainda objectos que, não sendo espacialmente coincidentes, ao serem reduzidos à escala de representação colapsem na mesma imagem; por exemplo, parte do traçado de uma linha de água pode separar dois tipos diferentes de ocupação do solo: a mesma geometria suporta 3 funções distintas, assegurando a relação de 1 para N (neste caso 3) entre o mapa digital e o terreno.

A fim de entender a relevância destes erros consideremos que, quando um significado associado a uma geometria está errado, estamos perante, não a um erro, mas sim a dois: 1-Comissão) o mapa informa-nos acerca de elementos não existentes no terreno e 2-Omissão) não nos informa acerca de elementos existentes; este tipo de erros é bidireccional (discrepâncias entre o terreno real e a sua imagem cartográfica).

Os conceitos que envolvem a qualidade dos dados geo-espaciais são explorados em normas ISO, nomeadamente as ISO 19113, ISO 19114 e ISO 19115, com relevância para os conceitos de elementos e de sub-elementos de Completude e Exactidão Temática.

Apesar da clareza das normas, neste contexto mais complexo, os conceitos de completude e exactidão temática podem-se misturar um pouco e precisar de uma análise mais aprofundada.

Este artigo descreve uma possível solução (de facto já implementada) relativamente aos problemas de codificação, quantificação (relativa e absoluta) e visualização das discordâncias entre o chamado Universo de Discurso (UOD - o terreno teórico ou a “verdade” do terreno) e uma amostra aleatória do conjunto de dados submetido à apreciação qualitativa (Dataset – DS).

2 Contexto

2.1 Os documentos ISO

A ISO (International Standard Organization) tem vindo a produzir documentos normativos sobre IG - Informação Geográfica; de entre eles destacam-se:

- “ISO 19113 – Geographic Information - Quality Principles”.
- “ISO 19114 - Geographic Information - Quality Evaluation Procedures”.
- “ISO 19115 – Geographic Information - Metadata”.

2.2 O conceito de feature

O conceito de *feature* usado neste artigo é: a geometria e os parâmetros que definem o seu significado e o seu aspecto (por exemplo: uma linha de água é um conjunto de pontos ligados por uma interpolação linear (geometria), representada a azul (aspecto) e codificada como linha de água (significado)).

Quando a mesma geometria cumpre diferentes papéis no terreno chamamos-lhe *multi-feature*.

As *features* podem ainda ter atributos que melhoras a descrição do fenómeno:

- atributos quantitativos (por exemplo o número de residentes num edifício)
- atributos não quantitativos (por exemplo o nome de um hospital)

As *features* podem ainda ter relações entre si; por exemplo, na SCN10K (Série Cartográfica Nacional à escala 1:10000) estabelece-se uma relação entre um ponto cotado e o texto que descreve a sua cota através de uma relação chamada *graphic group*.

2.3 O conceito de cartografar

Cartografar é a actividade de registar informação do terreno segundo certas regras; neste sentido, existem 3 componentes principais:

- o terreno, independente das regras e do mapa
- as regras (especificações técnicas) que descrevem como é que o terreno deve ser interpretado e registado a fim de servirem para um certo conjunto de utilizações possíveis; as especificações devem incluir a definição dos parâmetros qualitativos.
- O mapa (digital) que deve representar o terreno de acordo com as especificações, incluindo as especificações de qualidade

2.4 O conceito de controlo de qualidade

O controlo de qualidade consiste nas actividade de observar, medir e relatar as discrepâncias entre o mapa e o terreno (ou melhor: uma descrição do terreno considerada verdadeira ou “verdade do terreno” e a que chamaremos UOD – Universe of Discourse), à luz das especificações.

2.5 Definições dos Elementos de Qualidade

Sumariamente, as normas ISO definem os seguintes elementos de qualidade:

- Completude:

Todas as *features* existentes no UOD devem estar representadas no conjunto de dados (a que chamaremos DS – Dataset) ; qualquer omissão é considerada um erro.

O DS não deve conter nada que não exista no UOD; qualquer comissão (excesso) é considerada um erro.

De acordo com a ISO 19114 (D.3, Page. 14) Completude é a presença/ausência de 1)-*features*, 2)-atributos de *features* e 3)-relações entre *features*.

Os sub-elementos qualitativos são a Comissão e a Omissão.

- Consistência lógica

Consistência lógica é o grau de adesão às regras lógicas da estrutura de dados, atributos e relações.

- Exactidão posicional

A exactidão posicional mede a diferença de coordenadas entre um ponto no Dataset e o seu ponto homólogo no UOD.

- Exactidão temporal

A Iso 19114 (D.5, página. 23) define a exactidão temporal como a exactidão dos atributos temporais e das relações temporais.

- Exactidão temática

A Iso 19114 (D.7, página. 26) define a exactidão temática como 1)-exactidão dos atributos quantitativos, 2)-a correcção dos atributos não quantitativos e 3)-a correcção da classificação das *features* e das suas relações; tem os seguintes sub-elementos:

Correcção da classificação: comparação das classes atribuídas às *features* (ou aos seus atributos) com o UOD

Correcção dos atributos não quantitativos

Correcção dos atributos quantitativos

Neste artigo estamos interessados apenas na **Compleitude e Exactidão Temática**.

2.6 Noção de Compleitude

A avaliação dos erros de compleitude é obtida comparando o número de ocorrências de uma *feature* no Dataset proposto para controlo com o número de ocorrências dessa *feature* encontrada em qualquer informação que descreva a “verdade do terreno” ou UOD.

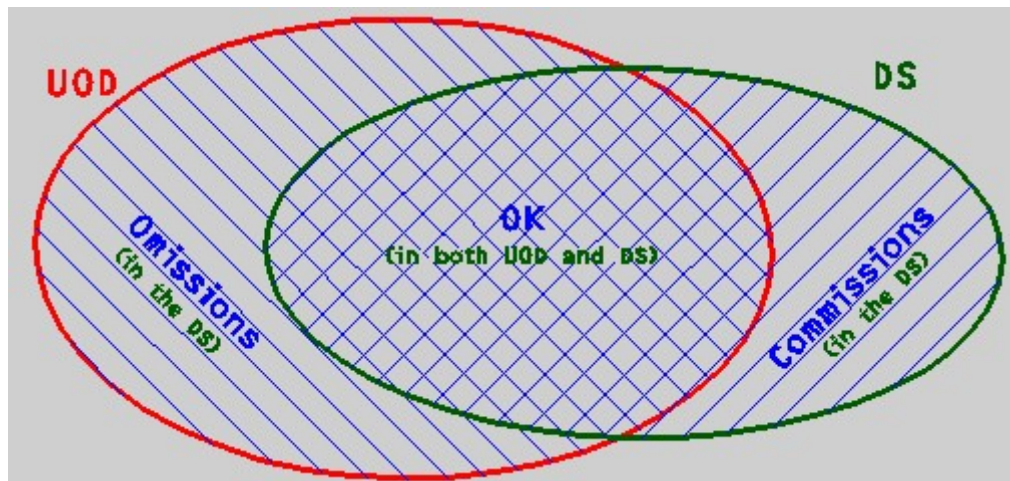
Estudando o UOD e comparando-o com o DS podemos encontrar coincidências (que classificaremos como OK) encontrar *features* no UOD que não existem no DS (Omissões).

Estudando o DS e comparando-o com o UOD podemos encontrar coincidências (que classificaremos como OK) encontrar *features* no DS que não existem no UOD (Comissões).

Assim, comparando os dois universos entre si temos 3 situações alternativas para cada *feature*:

- OK: existe uma correspondência de 1 para 1 entre o DS e o UOD
- Omissão: a *feature* existe no UOD mas não no DS
- Comissão: a *feature* existe no DS mas não no UOD

Isto pode ser visualizado assim:



O número de ocorrências de qualquer *feature* em qualquer uma das 3 situações pode variar de 0 a N.

A fim de obtermos uma métrica para estas ocorrências, usaremos “# tipo” para referir “o número de *features* do tipo contadas” e “% tipo(universo)” para referir “percentagem de *features* do tipo, no universo”;

Assim (analise a figura),

#UOD = #OK + #Omissões e então, #Omissões = #UOD - #OK

#DS = #OK + #Comissões e então #Comissões = #DS - #OK

#UOD_DS = #OK + #Omissões + #Comissões

de acordo com a ISO 19114, in página 48, as fórmulas para as percentagens são:

% Omissões (UOD) = #Omissões / #UOD = #Omissões / (#OK + #Omissões)

Algumas notas sobre % Omissões (UOD):

% Omissões (UOD) varia de 0% (quando #Omissões = 0) a 100% (quando #OK = 0) na situação em que #UOD > 0, o que significa que há pelo menos 1 ocorrência no terreno;

#Omissões é sempre menor ou igual a #UOD;

quando #UOD=0 não há Omissões e podemos aceitar que % Omissões(UOD)=0;

% Comissões(UOD) = #Comissões / #UOD = #Comissões / (#OK + #Omissões)

Algumas notas sobre % Comissões(UOD):

como #Comissões não entram no denominador, % Comissões(UOD) podem crescer de 0 (quando #Comissões=0) até ao infinito (à medida que #Comissões cresce) quando #UOD > 0; a percentagem de Comissões do UOD não está limitada a 100%.

#Comissões pode ser menor, igual ou superior a #UOD;

quando #UOD=0 é impossível calcular % Omissões (UOD);

Assim, em vez de se usar a definição das ISO, poderemos usar:

% Comissões(DS) = #Comissões / #DS = #Comissões / (#OK + #Comissões)

Esta equação varia de 0 (quando #Comissões= 0) a 100 (quando #OK = 0) na situação em que #DS > 0 o que significa que há pelo menos 1 ocorrência da *feature* nos dados a testar;

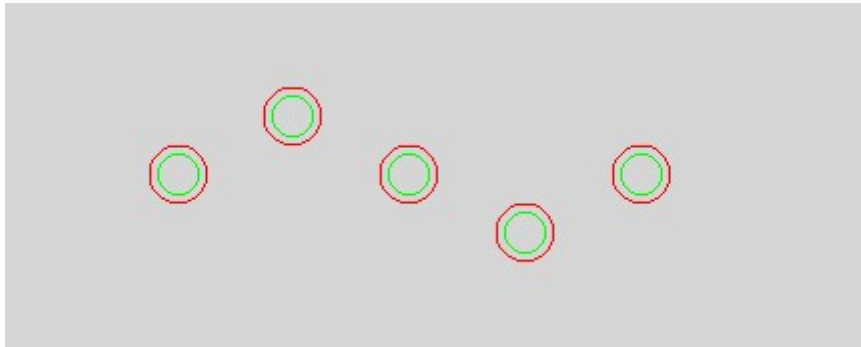
ou

% Comissões(UOD_DS) = #Comissões / #UOD_DS = #Comissões / (#OK + #Omissões + #Comissões)

Esta equação varia de 0 (quando #Comissões= 0) a 100 (quando #OK + #Omissões = 0) na situação em que # UOD_DS > 0 o que significa que há pelo menos 1 ocorrência da *feature* no terreno ou nos dados a testar.

Como exemplos, consideremos as próximas figuras onde os símbolos (postes de electricidade) a vermelho estão no UOD e os verdes estão no Dataset.

Coincidentes:

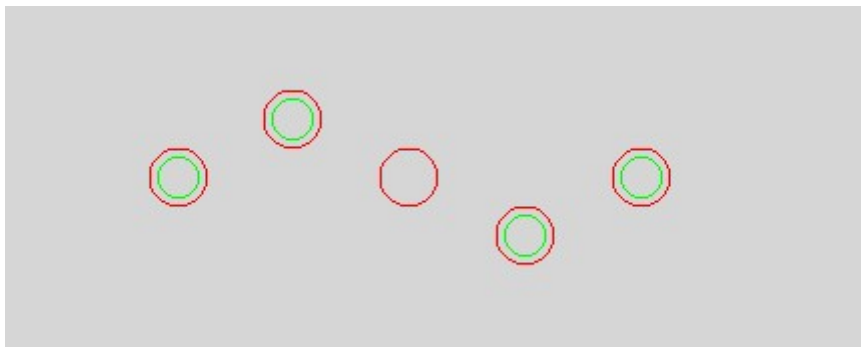


Nesta situação, o número de postes é de 5 tanto no UOD como no DS; assim,

#OK = 5, #Omissões = 0, #Comissões= 0

% Omissões = $0/5 \times 100 = 0$ e % Comissões= $0/5 \times 100 = 0$.

Omissão:

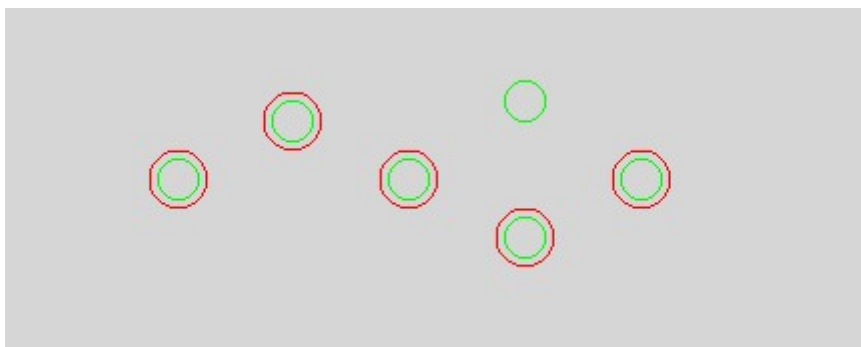


Nesta situação, o número de postes é de 5 no UOD e 4 no DS; assim,

#OK = 4, #Omissões = 1, #Comissões= 0

% Omissões = $1/5 \times 100 = 20$ and % Comissões= $0/5 \times 100 = 0$.

Comissão:



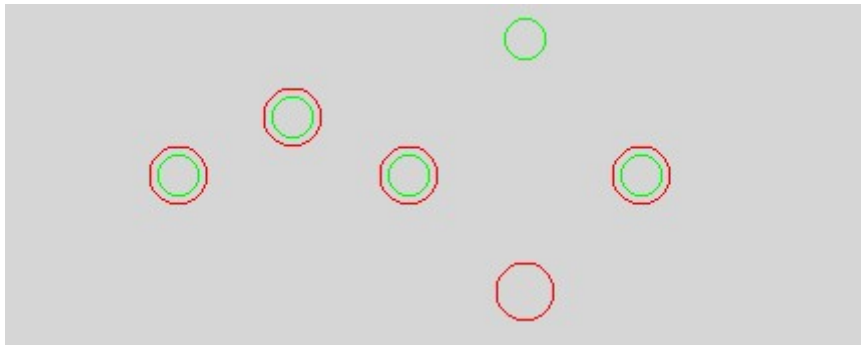
Nesta situação, o número de postes é de 5 no UOD e 6 no DS; assim,

#OK = 5, #Omissões = 0, #Comissões= 1

% Omissões = $0/5 \times 100 = 0$ and % Comissões = $1/5 \times 100 = 20$.

Isto parece claro, mas não é. Há algumas situações estranhas:

O papel que a posição desempenha:



Nesta situação, o número de postes é de 5 no UOD e 5 no DS; assim,

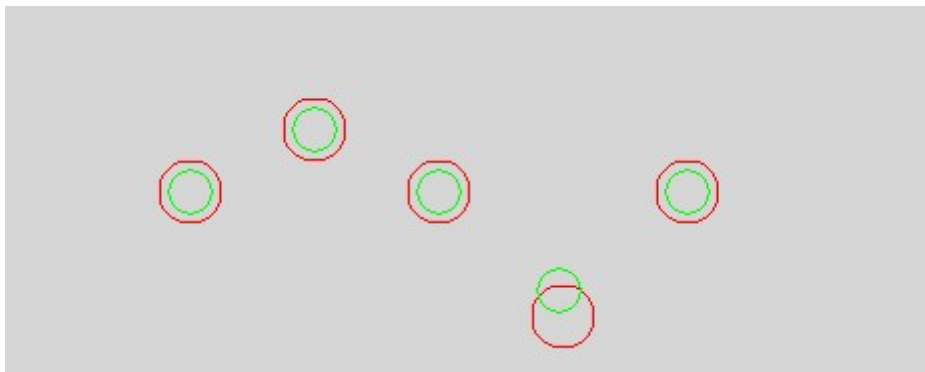
#OK = 4, #Omissões = 1, #Comissões = 0

% Omissões = $0/5 \times 100 = 0$ and % Comissões = $0/5 \times 100 = 0$.

O que é que está errado nesta situação?

O problema é que na posição do poste a Norte, proposto no ficheiro, não existe nenhum poste no terreno e, por outro lado, o ficheiro não propõe nenhum poste na posição Sul, onde, segundo o UOD existe um; estamos portanto perante um erro posicional (eles deviam ser coincidentes e não são e portanto #OK = 5, #Omissões = 0, #Comissões = 0) ou um erro de completude (#OK = 4, #Omissões = 1, #Comissões = 1)?

Esta situação pode ser diferente desta:



Aqui parece claro que estamos perante um erro posicional e não um erro de completude.

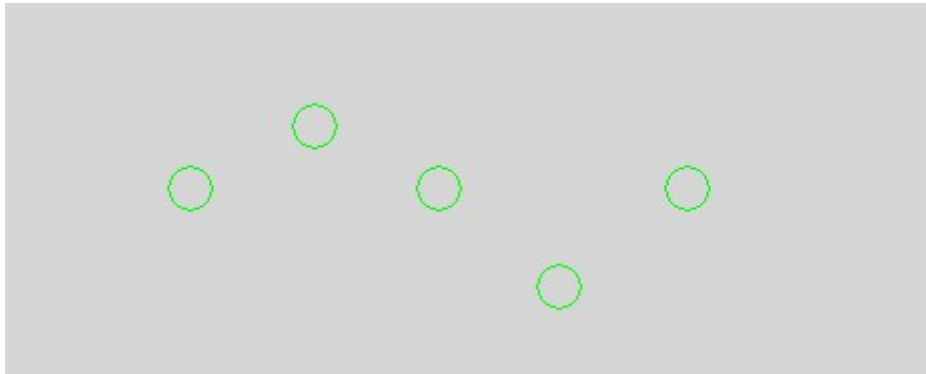
Ou seja, devemos definir um qualquer critério para o conceito de coincidência entre o DS e o UOD; por exemplo, poderíamos aceitar que há coincidência quando, na vizinhança de um objecto no UOD há um objecto no DS com o mesmo significado; o raio dessa vizinhança (tolerância), deve estar definido nas especificações (para elementos pontuais, lineares e superficiais); se não, poderemos talvez usar a exactidão posicional nominal ou a resolução atribuída à escala nominal definidas nas especificações.

Assim, nesta situação teríamos: % Omissões = $0/5 \times 100 = 0$ e % Comissões = $0/5 \times 100 = 0$ se ambos os postes são o mesmo objecto embora desfasados ligeiramente ou %

Omissões = $1/5 \times 100 = 20$ and % Comissões = $1/5 \times 100 = 20$ se os considerarmos como dois objectos diferentes.

O caso especial de #UOD=0

Consideremos agora a situação de #UOD=0 (por estranho que pareça, é uma situação frequente, ligada a problemas posicionais); nesta situação temos problemas na utilização das fórmulas para calcular as percentagens:



Nesta situação, o número de postes é 0 para o UOD e 5 para o DS:

De acordo com a fórmula da ISO temos % Omissões = $0/0 \times 100$ e % Comissões = $5/0 \times 100$ ambas impossíveis de resolver.

No caso particular de Omissão, como não há Omissões, poderíamos dizer que % Omissões (UOD) = 0

No caso particular de Comissão nada se pode assumir acerca das percentagens.

Contudo, se usarmos a fórmula alternativa:

% Comissões(UOD_DS) = $\#Comissões / \#UOD_DS = \#Comissões / (\#OK + \#Omissões + \#Comissões)$, teríamos 100% independentemente de quantas Comissões houvesse, o que é muito mais intuitivo.

2.7 Classificação das features

A nota na página 48 da ISO 19114 alerta para o facto de que estes dois conceitos (completude e exactidão temática) são subjectivos; quando se classifica erradamente um objecto (por exemplo uma casa ser classificada como um telheiro) pode ser considerado um único erro temático ou, alternativamente, como dois erros de completude: uma Omissão (casa) e uma comissão (telheiro).

De facto, o conceito de classificação de *features* é bastante mais complexo e precisa de uma análise mais profunda.

Quando faz um mapa, o cartógrafo tem que observar o terreno, descobrir os objectos definidos nas especificações técnicas (e só esses), e registá-los no Dataset de acordo com as regras definidas nas especificações.

Assim, a imagem do objecto é desenhada recorrendo a uma figura geométrica e associando um significado a essa geometria (usando um *layer*, um código ou o que quer que esteja definido nas especificações); esse significado deve pertencer ao domínio dos significados previstos no Catálogo de Objectos.

Mas, se essa geometria acomodar mais do que um significado, temos que atribuir a essa geometria uma lista (de comprimento variável) de significados, o que não

pode ser obtido com o simples recurso ao conceito de *layer*, de cobertura, tema ou quejando (ou seja, uma coisa à qual a geometria pertence, está no interior); temos que optar por uma coisa com a qual a geometria está relacionada (logo no exterior), podendo estar relacionada com várias dessas coisas porque não está contida em nenhuma; os códigos são belíssimos candidatos.

Se a geometria está relacionada com um único código, estamos na presença de uma *feature* simples; se está relacionada com vários códigos (significados) estamos na presença de uma *multi-feature*.

2.8 Diferença entre codificação e classificação

Chamamos ao processo de atribuição de significados à geometria o processo de codificação e não o processo de classificação; e isto porque, no nosso entender, classificação é a inclusão de um objecto numa classe, sendo uma classe uma agregação de objectos individuais que gozam de uma característica comum, em contraste com a codificação que é o acto de dizer que esse objecto goza (também) dessa característica, entre outras.

Exemplificando:

Dada uma lista de *features* (edifícios industriais, edifícios residenciais, igrejas, sinagogas, estradas, ruas, rios, lagos, curvas de nível, pontos cotados, etc) podemos criar classes (ou agregações) tais como Classe do Edificado (edifícios industriais, edifícios residenciais, igrejas, sinagogas) com a característica comum de serem feitos com paredes, Classe da Rede Viária (estradas, ruas) com a característica comum de apoiarem a circulação rodoviária, Classe da Hidrografia (rios, lagos) com a característica de conterem água e Classe da Altimetria (curvas de nível, pontos cotados) com a característica comum de estarem definidas a 3 dimensões e onde cada objecto pertence a uma e apenas uma classe.

Neste sentido, a classificação equivale à inclusão de várias *features* numa única classe ou seja, de cardinalidade N para 1.

Mas em geral isto é mais complexo pois nada impede que as classes gozem de propriedades comuns; por exemplo, além da Classe da Altimetria pode (e deve) acontecer que a Classe da Hidrografia também esteja definida a 3D, embora um rio não seja uma curva de nível e vice-versa.

Isto abre caminho a uma possibilidade muito interessante que é a de ter a mesma geometria em várias classes e classes que contenham geometria relacionadas com outras classes; por exemplo, poderíamos criar uma Classe de MDT (Modelo Digital de Terreno) construída à custa dos rios (hidrografia), curvas de nível (altimetria) e *breaklines* (que por sua vez poderiam estar classificadas por exemplo em Orografia).

Estamos assim a construir relações de cardinalidade N para N.

Assim, atribuímos um significado a uma geometria codificando-a e agregamo-la a outras classificando-a.

Agora podemos aumentar a surpresa: a classificação não é um acto que se faça durante a criação de mapas, mas sim durante a sua utilização para fins específicos.

A geometria codifica-se durante a criação e classifica-se durante a utilização!

Ou seja, não existem erros de classificação temática durante a criação da cartografia, mas sim erros de codificação.

Recomendamos a leitura das ISO à luz desta definição de conceitos, pois o conceito de exactidão temática deve ser aplicado à correcção da codificação e não à correcção da classificação.

2.9 Estratégia e economia

Quanto é que vale a cartografia?

A cartografia enquanto tal, não tem valor; representa apenas custos.

Contudo, o seu uso pode ter um valor inestimável (se tiver qualidade) devido aos seus potenciais usos; a cartografia é potencialmente um bem estratégico para a Defesa e Desenvolvimento.

Será esta afirmação correcta para cartografia não sujeita a controlo de qualidade? Não, não é. O processo de criação de cartografia é tão propenso a erros que cartografia não controlada deve ser considerada como não existente; isto porque é melhor não dispor de cartografia do que ter uns bonecos que mentem, ou que ninguém sabe se mentem ou se são verdadeiros.

É por isso que o controlo de qualidade é essencial.

Produzir cartografia tem os seus custos; fazer controlo de qualidade tem outros. Mas o uso de cartografia sem controlo de qualidade pode ter consequências catastróficas.

Hoje em dia, os principais custos da produção prendem-se com as operações de campo, incluindo a detecção de erros (completude e codificação) gerados no ambiente fotogramétrico.

Os custos do controlo de qualidade dependem do tipo e quantidade de erros presentes no Dataset: quanto mais erros houver mais caro fica o controlo, dado que cada erro tem que ser encontrado, tipificado e relatado; mas também quanto mais forem os erros, maior é o custo da produção dado que, depois de serem feitos, têm ainda que ser corrigidos.

2.9.1 O papel dos actores

Tentemos analisar os conceitos de completude e de exactidão temática à luz dos pontos de vista da produção e da utilização:

Ponto de vista da produção:

No ponto de vista da produção uma Omissão é o reflexo de poupança de trabalho e portanto, economicamente bom; uma Comissão é o reflexo de excesso de trabalho e portanto economicamente mau; um erro de codificação é simplesmente um erro (não tem custos acrescidos nem representa poupança).

Estes 3 tipos de erros têm que ser corrigidos e portanto já têm custos associados; assim, sob o ponto de vista do produtor a melhor política é: 1) fazer o trabalho (nada de Omissões); 2) não fazer mais do que o pedido nas especificações (nada de Comissões); 3) fazê-lo bem (nada de erros de codificação).

Neste sentido, tanto a completude como a exactidão temática são de grande interesse para o produtor sob o ponto de vista económico (desde que haja controlo de qualidade).

Enquanto que as Omissões são pura e simplesmente proibidas (

Ponto de vista da utilização:

Sob o ponto de vista do utilizador, os erros de classificação manifestam-se na forma de completude: quando ele procura uma farmácia indicada na cartografia e nesse local encontra um infantário (farmácia: Comissão; infantário: Omissão) o problema dele é não poder comprar os medicamentos; é-lhe indiferente a existência do infantário no local; e entretanto no seu percurso passou próximo de uma farmácia que não estava indicada no mapa pois o que lá constava era uma drogaria (farmácia: Omissão; drogaria: Comissão).

Para o utilizador o que efectivamente conta são as Omissões e as Comissões (no exemplo da farmácia, a Comissão impediu-o de comprar o medicamento e a Omissão não lhe permitiu aproveitar a oportunidade de comprar ao passar ao lado); o facto delas por vezes serem consequência de erros de classificação é-lhe indiferente; o resultado é sempre mau.

3 Será o número de ocorrências a melhor métrica?

A mera contagem do número de Omissões e Comissões é uma forma muito pobre de avaliar o impacto desses erros; por exemplo: num contexto rural é muito provavelmente muito mais importante a falta de um caminho vicinal de 3 quilómetros do que de 3 caminhos de 100 metros cada um.

Por outro lado, as contagens podem ser diferentes apesar da situação no terreno ser a mesma, fazendo os testes de passa/falha irrelevantes, dependendo de outros factores qualitativos; por exemplo:

Consideremos que o limiar de Omissões é de 7.5%

Consideremos um conjunto de 10 segmentos de estrada existente no terreno (UOD); no Dataset falta um segmento (só estão representados 9); então o número de Omissões é de 1 e a percentagem de Omissões é de 10% ($1/10 \cdot 100$); este Dataset é rejeitado para correcção;

Consideremos agora que um dos segmentos tem 1000 metros de extensão e que, devido a intersecções com outros elementos ele é partido em 11 segmentos; ficamos assim com 1 Omissão em 20 e a percentagem é agora de apenas 5% ($1/20 \cdot 100$); nesta situação o Dataset é aceite, quando, na prática, temos exactamente a mesma quantidade de metros de estrada.

Aparentemente um produtor avisado seria tentado a pulverizar os objectos lineares em pequenos segmentos, a fim de baixar a percentagem de Omissões e obter a aceitação de um produto deficiente! (Mas, atenção: há um reverso para esta situação pelo que ela não é encontrada habitualmente).

Assim, a avaliação dos índices qualitativos deveria ser expressa em número de ocorrências para elementos pontuais, em comprimentos para elementos lineares e em área para elementos superficiais.

4 Introdução ao exemplo de trabalho: Anexo G da Iso 19114

Os procedimentos de avaliação de completude e exactidão temática dependem do ambiente onde estão disponíveis o Dataset e o UOD.

Como a maior parte da cartografia ainda é feita em ambiente CAD (em particular em Portugal, usa-se principalmente o MicroStation) centramos a atenção neste contexto.

Usa-se o exemplo do Anexo G da ISO 19114 porque está ilustrado e comentado no documento e permite a simulação de uma situação real.

4.1 As especificações técnicas

As especificações técnicas do exemplo são listadas em seguida:

The "real world" is represented by Figure G.2. The product specification, given in Figure G.1, describes the universe of discourse. The specification defines those features, attributes and relationships that are considered important and should be in the dataset.

Underlined item is feature type. Listed below each feature type are zero or more attribute names. Each attribute name is followed by a value type of string or integer and separated from the attribute name by a colon. Each value type is followed by an optional value domain enclosed by braces.
Feature types
<u>Industrial building</u>
<u>House</u>
family name : string
number of occupants : integer
<u>Tree</u>
height class : string {A : from 1 to 3 metre, B : from 3 to 5 metre, C : from 5 to 10 metre, D : more than 10 metre}
<u>Path</u>
<u>Road</u>
Condition : string {surfaced, unsurfaced}
Rules from product specification
— trees with a height of less than 1 metre shall not be recorded
— the attribute "condition" of a road may have no value ("undetermined value")
— the attributes "name" and "number of occupants" of a house may have no value ("undetermined value")

Figure G.1 — Product specification

Como se pode ver, as especificações técnicas definem, pelo menos, o conteúdo em que estamos interessados (*features*, atributos e relações) e as regras que devem acompanhar a produção.

Comentários:

A primeira regra (acerca das árvores) só pode ser um comentário pois, se fosse válido o registo de árvores com menos de 1 metro a especificação da classe altura deveria ser do tipo {A: [0..1[metros, B:[1..3[metros, etc }

As outras duas regras estabelecem que alguns atributos podem não ter valor e que portanto, a falta desta informação não deve ser considerada Omissão; mas, por vezes, é importante diferenciar a situação onde uma *feature* em particular não tem

um atributo (*void* ou *null*) daquela onde não é possível, à data da produção, saber o valor do atributo; nesta situação, o valor do domínio deveria ser ampliado.

4.2 O “mundo real”

Vejamos a representação pictórica do mundo real:

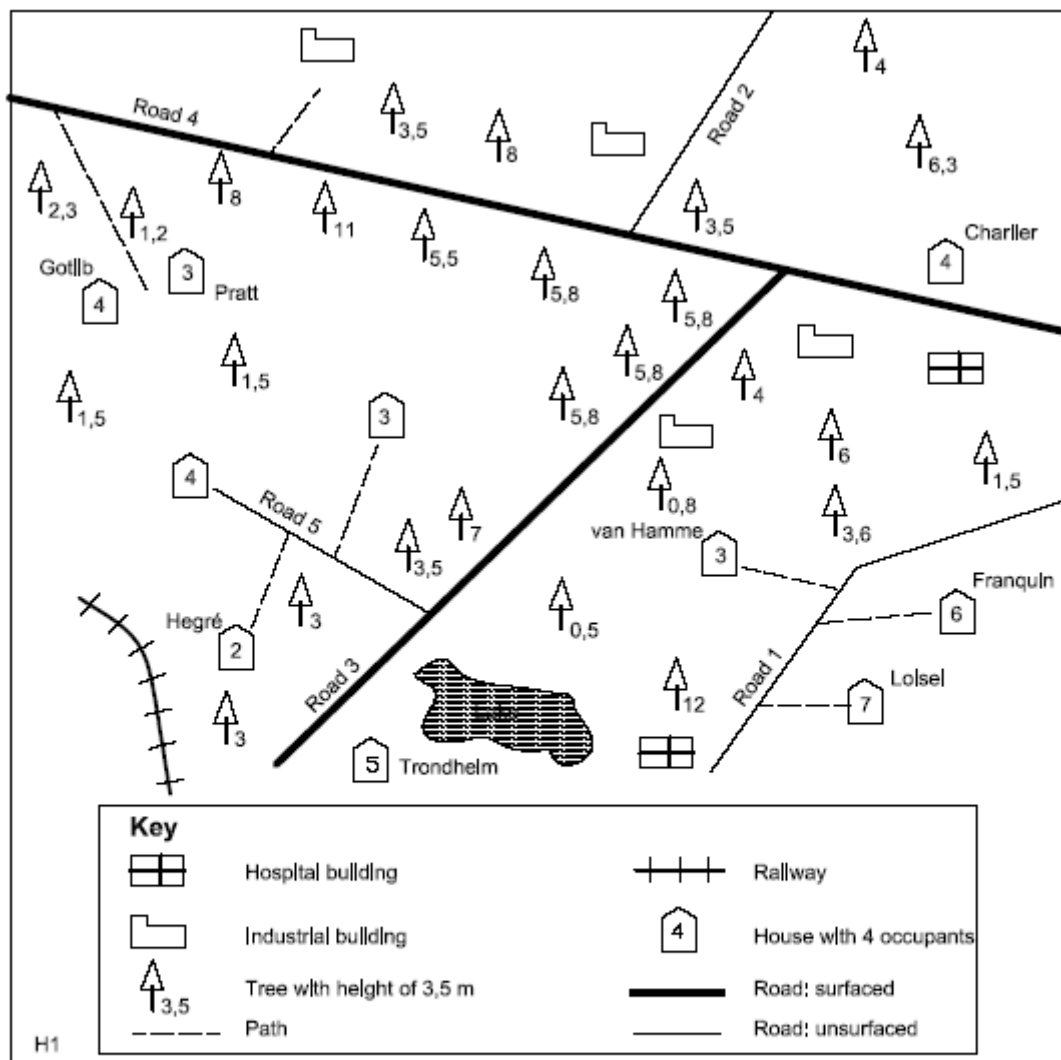


Figure G.2 — Graphical representation of the “real world”

É uma representação ultra simplificada mas chega para o nosso estudo.

4.3 Compilação dos dados

A partir deste momento (na posse das especificações e do “mundo”) o produtor pode seguir com o processo de mapeamento, a partir de dados de referência (fotografias aéreas, etc).

4.3.1 Filtragem da informação

O processo de registo assenta em várias tarefas mas sobretudo há que filtrar a informação exposta nos dados de referência, de acordo com as especificações;

portanto, e desde logo, não devem ser registadas as geometrias do lago, do hospital, do caminho de ferro nem os nomes das ruas porque nada disto aparece nas especificações.

4.3.2 Registo e significado

Em seguida desenha-se a geometria, atribuindo-lhe o significado correcto; isto pode ser feito através da *côr*, *layer*, ou de qualquer outra maneira (a não ser que a especificação indique como); é através desta característica que “sabemos” que o elemento é uma estrada ou uma casa.

Mas, como fazer se essa mesma geometria desempenhar outras funções no terreno?

Não se pode simplesmente atribuir outra *côr* ou outro *layer* pois isso destruiria o significado já atribuído.

Mas pode-se duplicar a geometria e atribuir-lhe a outra *côr* ou *layer*; isto para cada nova função a registar.

Esta técnica é altamente trabalhosa, sujeita a erros, fonte de duplicações inúteis e inconvenientes, fonte de erros topológicos e muito difícil de actualizar.

Dada a pobreza desta técnica, geralmente só se associa um significado a cada geometria, o que resulta numa enorme taxa de Omissões e descontinuidades semânticas.

Na Cartografia Oficial do IGP (Instituto Geográfico Português) este problema foi solucionado em 1995 pela utilização obrigatória do conceito de *multi-feature*.

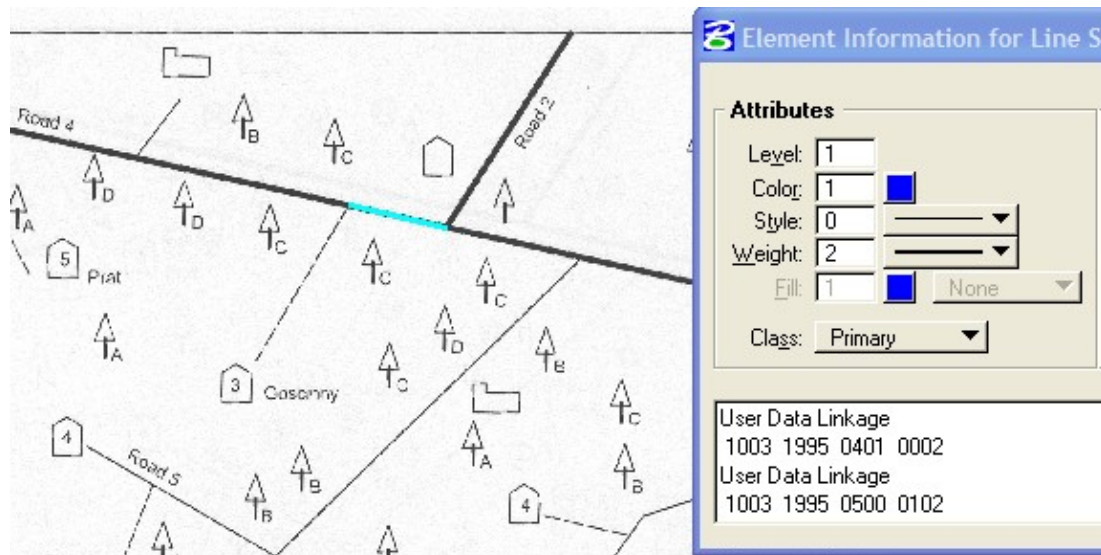
4.3.3 Multi-features

A técnica de *multi-featuring* consiste na atribuição de códigos numéricos cujo significado é mantido em ficheiros separados dos dados através de um Catálogo de Objectos; este Catálogo acomoda também as regras e instrumentos de produtividade.

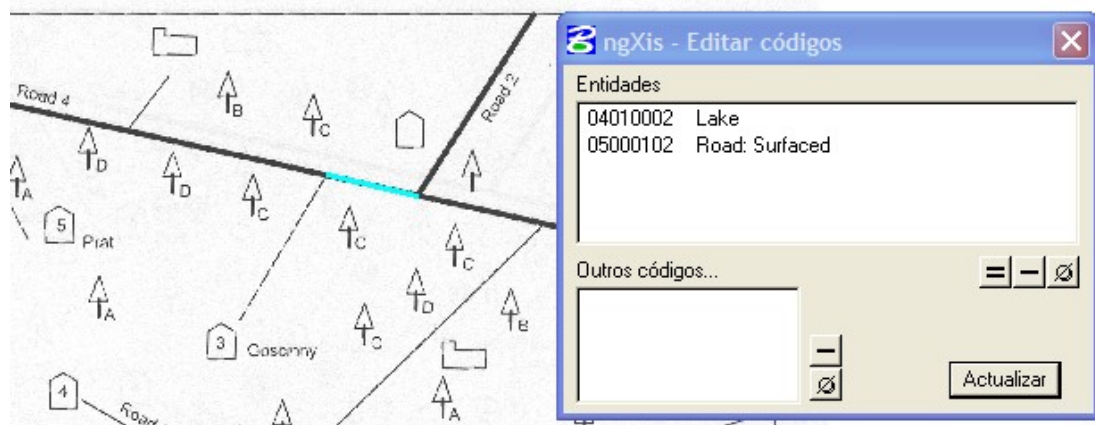
No caso particular do MicroStation estes códigos são mantidos na forma de “user data linkages” enquanto em Autocad podem ser mantidos na forma de Extended Blocks.

Em qualquer dos casos, os códigos estão associados a uma assinatura exclusiva que identifica o âmbito da sua utilização.

A próxima imagem mostra a informação disponível acerca de uma linha com dois significados, na forma de *User data linkage*: o código 05000102 significa "Road: Surfaced" e o código 04010002 significa "Lake"; ambos são prefixados com 1995 que é a assinatura do IGP.

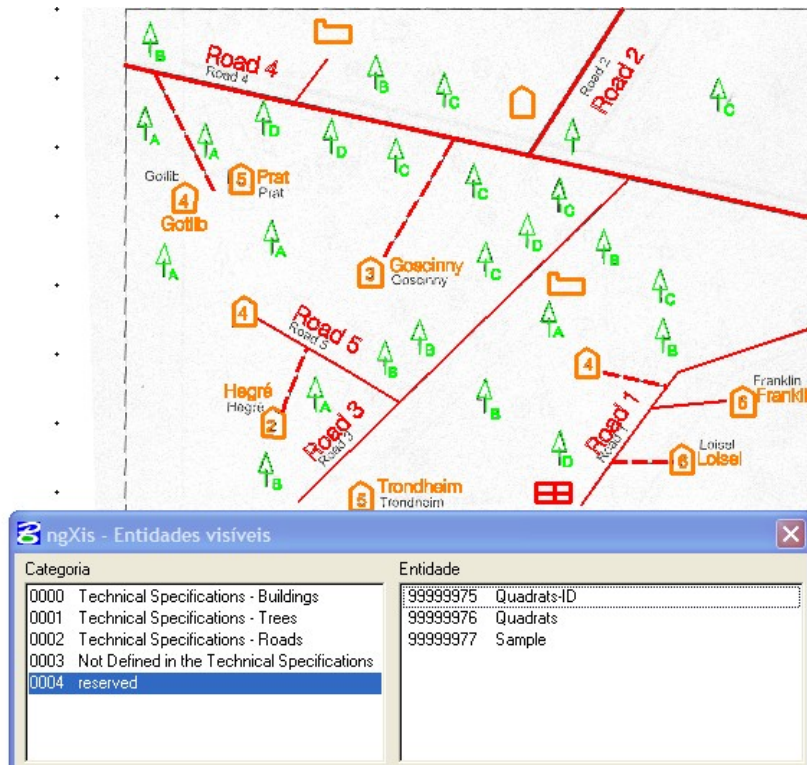


Uma vez na posse do Catálogo de Objectos eles podem ser decodificados para qualquer linguagem natural como o Inglês, por exemplo:



Esta separação entre os dados e o seu significado permite por exemplo que um produtor trabalhe em Português e um cliente espanhol os leia em Espanhol, sem se tocar num bit sequer dos dados!

Com estas e outras ferramentas, o nosso produtor pode terminar o Dataset, obtendo o seguinte resultado final:



Agora que o Dataset está concluído, é tempo de o submeter a controlo de qualidade

5 Como desenvolver procedimentos de avaliação para completude e exactidão temática

O nosso objectivo agora é identificar, contar medir e relatar os erros de completude e temáticos.

A fim de conseguirmos este objectivo temos que comparar o Dataset com alguma representação da verdade do terreno (UOD) a qual representa de forma exacta o terreno e as especificações.

Fazer o controlo sobre todo o terreno pode ser extremamente dispendioso pelo que, habitualmente, se controla apenas parte do terreno através de uma amostra significativa.

A dimensão da amostra e os métodos de amostragem devem constar nas especificações técnicas.

5.1 Abordagem clássica

A fim de comparar os dois universos (DS e UOD), a abordagem clássica consiste em fazer impressões da amostra em papel, ir ao campo iluminar essa impressão e, de regresso ao gabinete comparar a impressão iluminada com as correcções (entendidas como UOD) com a impressão do Dataset original; isto é feito à mão!

Outra abordagem (mais recente) é fazer o mesmo digitalmente: faz-se uma cópia do Dataset, corrige-se a cópia tornando-a o UOD e usa-se uma aplicação que compara o ficheiro original com o que representa a verdade do terreno; esta técnica é complicada porque

- É necessário procurar (sequencialmete, em princípio) a mesma geometria em dois ficheiros separados; e aqui há duas possibilidades:

Encontram-se exactamente duas geometria iguais; é necessário então comparar os significados (côr, *layer*, ou o que fôr)

Encontram-se duas geometrias semelhantes, a menos de uma certa tolerância; neste caso as diferenças podem ser subtis como a não coincidência de pontos (apesar de muito próximos), falta de alguns pontos, uma das linhas pode ter sido partida (caso muito mais complicado de detectar), etc.

Imaginem-se as dificuldades acrescidas quando a mesma geometria tem mais do que um significado, com duplicados e geometria semelhante; seria um autêntico quebra cabeças perceber quem é que corresponde a quem, contar e classificar os erros.

No final do passo anterior, se não há coincidências geométricas, estamos perante Omissões e Comissões

Havendo coincidencias geométricas, o estudo dos significados pode ser fácil, difícil ou mesmo impossível

Note-se que em qualquer dos casos, o UOD e o DS estão em ficheiros diferentes.

5.2 A abordagem proposta

Uma vez analisadas estas dificuldades e tirando partido da multi-codificação (sugerimos (e está implementada desde 2003) a seguinte solução:

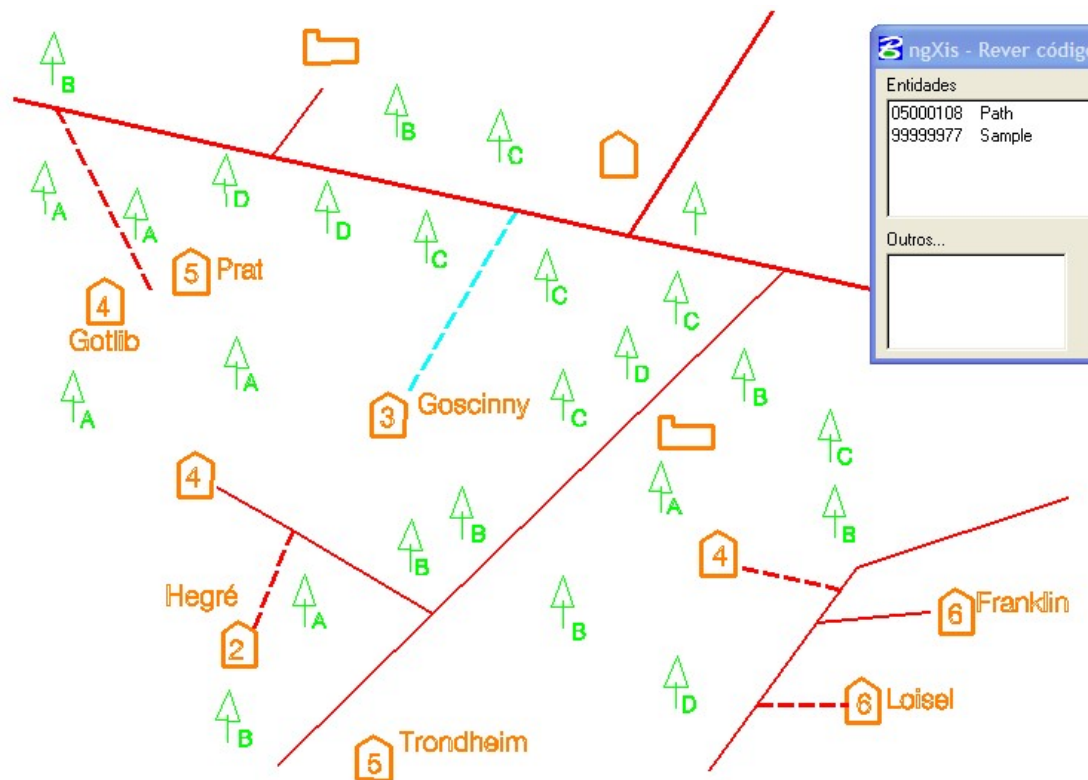
5.2.1 Amostra

Uma vez na posse do Dataset para controlo, um conjunto de geometrias do Dataset é marcado como amostra para análise, com uma dimensão apropriada, e segundo técnicas de amostragem também apropriadas (aleatória, com ou sem estratificação, etc), seguindo as especificações quando existem.

No nosso caso em estudo (exemplo ISO):

Os elementos “ilegais” (não constantes nas especificações) não foram considerados como amostra e portanto não entram nos cálculos.

Toda a população “legal” foi marcada como amostra e portanto, neste caso simples, a dimensão da amostra é de 100%:



5.2.2 Obter origem do UOD (= duplicação de códigos)

Após a fase de amostragem é usada a aplicação NgCQT (Controlo de Qualidade Temática da Novageo) para replicar os códigos da geometria marcada como Amostra, mas com uma assinatura diferente (1996); por exemplo, um vector com

1003 1995 06000006 (industrial building)

1003 1995 99999977 (sample)

Torna-se

1003 1996 06000006 (industrial building)

1003 1996 99999977 (sample)

1003 1995 06000006 (industrial building)

1003 1995 99999977 (sample)

(Note-se que um código ocupa apenas 8 bytes de memória)

Assim, qualquer geometria marcada como amostra tem agora a lista dos seus códigos originais guardados com duas assinaturas diferentes.

Os códigos com a assinatura 1996 são considerados o Dataset original e não serão mais mexidos até ao fim do processo; os códigos com a assinatura 1995 são considerados como o ponto de partida para o UOD; assim, o UOD começa por ser exactamente igual ao Dataset; felizmente, tanto o DS como o UOD partilham a mesma geometria, no mesmo ficheiro!

5.2.3 Obter o UOD (= corrigir o Dataset)

Agora, o UOD original (códigos 1995) vai sendo modificado, ou melhor, corrigido, até se transformar na verdade do terreno, coexistindo com os códigos

do DS para os quais não há ferramentas de modificação e que ficam portanto inalterados.

A correcção precisa de dados de referência que podem ser adquiridos directamente no terreno, ou por qualquer outro método considerado válido (na Novageo usamos exclusivamente o terreno como fonte de verdade, excepto para os atributos que são definidos, em geral, pelos “donos” dos objectos, e que portanto, os definem: classificação da rede viária municipal, toponímia, etc); esta correcção é feita com o NgXis.

As operações de correcção necessárias para obter o UOD final são (os exemplos mostram as sucessivas transformações, do início (ponto 5.2.2) para o fim):

Para a geometria existente (no exemplo anterior o edifício industrial passa para casa):

Começando com

1003 1996 06000006 (industrial building)

1003 1996 99999977 (sample)

1003 1995 06000006 (industrial building)

1003 1995 99999977 (sample)

Remoção dos códigos incorrectamente atribuídos pelo produtor no caso de Comissão (remoção de Industrial Building):

1003 1996 06000006 (industrial building)

1003 1996 99999977 (sample)

1003 1995 99999977 (sample)

Note-se que o Industrial Building foi removido, mas não o código de amostra; neste momento, a geometria não tem significado; não é uma *feature*; se permanecesse assim, no final seria uma Comissão em termos de Completude.

Adição dos novos códigos necessários no caso de Omissão (neste caso, Casa)

1003 1996 06000006 (industrial building)

1003 1996 99999977 (sample)

1003 1995 06000100 (house)

1003 1995 99999977 (sample)

Agora, a geometria original já tem significado; é uma casa; será considerada uma Omissão no final do processo.

Se não houver mais modificações, no final, estamos na presença de uma Omissão e de uma Comissão, em termos de completude; contudo, em termos de matriz de confusão será apenas um erro: uma confusão temática entre casa e edifício industrial.

Para geometria não existente:

Desenha-se um esboço aproximado com os códigos necessários, incluindo o código de amostra

1003 1995 06000100 (house)

1003 1995 05000102 (Road: Surfaced)

1003 1995 99999977 (sample)

Esta configuração corresponde à situação onde a distância entre a margem da estrada e a parede frontal da casa é menor do que a resolução espacial

do modelo cartográfico em trabalho, ou mesmo à situação de não haver passeio entre a casa e a estrada.

O facto desta geometria não conter o código de amostra com a assinatura 1996 é interpretada pelo NgCQT como sendo uma nova geometria (apesar desse conhecimento não ter qualquer importância).

5.2.4 *Análise e registo dos erros*

Uma vez pronto o UOD, outra opção do NgCQT faz um simples varrimento do (único) ficheiro, analisa todos os vectores que têm o código de amostra, compara a lista de códigos 1995 com a lista de 1996 e detecta as Omissões e Comissões mediante a análise dos dois conjuntos: a intersecção corresponde às correspondências, 1995 – 1996 são as Omissões e 1996 – 1995 são as Comissões: elementar!

As conclusões obtidas são guardadas numa Base de Dados de controlo de qualidade através de instruções SQL geradas pelo programa; nesta Base de Dados estão disponíveis *queries* e *forms* que permitem fazer diversas análises, entre as quais a geração das tabelas de Omissões e Comissões, bem como a geração da matriz de confusão.

Todos os erros são mostrados e descritos visualmente numa janela do MicroStation.

1. REFERÊNCIAS

1. Iso 19113 Geographic Information - Quality Principles, ISO 19113:2002.
2. Iso 19114 Geographic Information - Quality Evaluation Procedures, ISO 19114:2003.
3. Iso 19115 Geographic Information - Metadata, ISO 19115:2003.
4. David, Benoît & Fasquel, Pascal, Qualité d'une base de données géographique: concepts et terminologie, Bulletin d'information de l'IGN n° 67, ISSN 04272218, 1997 (France)
5. Guptil, Morrison, Elements of Spatial Data Quality (The International Cartographic Association), Pergamon Press, ISBN 0080424325
6. J.M.Juran, Juran's Quality Control Handbook, ISBN 0-07-033176-6
7. Monteiro, Maria & Andrade, Rui & Carvalho, Jorge, Controlo de Qualidade Temática em Cartografia - Trabalho final da cadeira "Aquisição, fontes e qualidade de dados" do Mestrado e Pós Graduação em C&SIG do ISEGI-UNL (2004/2005)

2. DADOS DO AUTOR

João Ismael Pires Marnoto

joao.marnoto@novageo.pt

MODELO DE DADOS SÓCIO-ECONÓMICO E FÍSICO-AMBIENTAL DO OBSERVATÓRIO TERRITORIAL ALENTEJO-EXTREMADURA: ANÁLISE, DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Mateos, Antonio; Lopes, Hugo; Roldão, Ana; Vaquero, Victor; ; Flores, Eva

RESUMO

**Palavras-chave: Cooperação transfronteiriça, Indicadores socio-económicos,
Dados físico-ambientais, homogeneização de informação**

Para garantir a melhor execução do PROJECTO INTERREG III-A OTALEX “OBSERVATÓRIO TERRITORIAL – ALENTEJO EXTREMADURA”, os vários sócios organizaram diferentes grupos de trabalho. Os trabalhos do presente grupo incidem territorialmente nas regiões do Alentejo e Extremadura Espanhola, sobre as quais se tem trabalhado duas grandes temáticas: a vertente socio-económica e a vertente físico-ambiental. A grande dificuldade verificada aquando do tratamento dos dados foi a carência de indicadores standardizados e homologados em ambos os países ibéricos. Perante este cenário, no que concerne ao modelo de dados socio-económicos, o trabalho desenvolvido teve como base a estrutura básica elaborada no projecto antecessor GEOALEX (já divulgado), no qual se conseguiu, após inúmeras reuniões entre os vários sócios, definir e completar uma lista de variáveis e indicadores socio-económicos comum, extraídos essencialmente do INE (Instituto Nacional de Estatística) de Portugal e Espanha, obtendo-se como resultado total um modelo de dados com mais de 60 indicadores, por freguesias do Alentejo e por entidades municipais da Extremadura. Perante a falta de informação estatística unificada no que diz respeito a variáveis físico-ambientais, e com a perspectiva de se ter uma abordagem de conjunto do território, decidimos trabalhar com a informação “Corine Land Cover 2000” (CLC 2000), modelo standart e homologado para toda a União Europeia (EU). OTALEX, não obstante das diversas facetas, permitiu a abertura de novas linhas de acção, sendo que a ampliação dos temas a desenvolver surgiu como o principal objectivo. Assim, a ampliação integrou o aprofundamento do estudo da CLC 1990 e 2000, e respectivas alterações, bem como as temáticas relacionadas com a climatologia, a litologia e a altimetria.

1. Introdução

O Projecto OTALEX, inserido no programa transfronteiriço INTERREG III-A iniciou-se em Janeiro de 2006, no seguimento do projecto GEOALEX, já anteriormente apresentado na iniciativa ESIG2006.

O grande objectivo deste projecto consiste em criar um Observatório Territorial Alentejo-Extremadura, que contribua de forma efectiva para o desenvolvimento sustentável dos espaços rurais de baixa densidade.

Para tal, foram criados vários grupos de trabalho (constituídos por técnicos das diferentes instituições parceiras do projecto) com funções e tarefas distintas, sendo um deles o Grupo GESTA General “Âmbito Regional”. Este grupo tem vindo a reunir-se ao longo da temporada do projecto, com o objectivo de definir e implementar metodologias para o tratamento e uniformização de dados à escala regional.

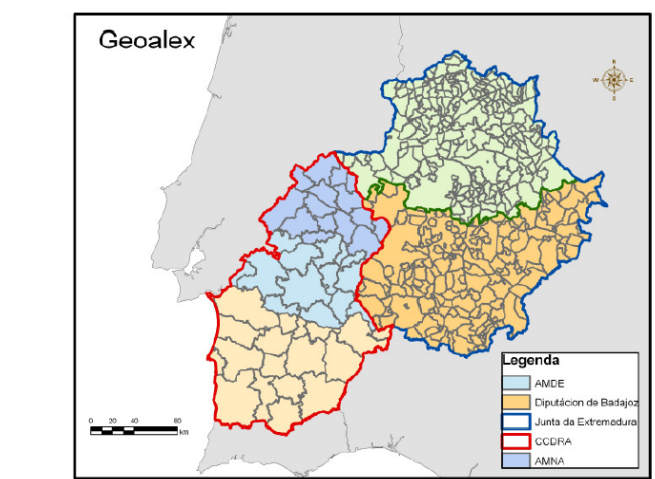


Figura 1 – área de estudo

Os trabalhos têm sido desenvolvidos no âmbito de duas áreas temáticas: socio-económica e físico-ambiental.

Importará referir que este artigo e a respectiva apresentação assentarão, mais do que numa divulgação de resultados, na apresentação e explicação da metodologia utilizada para a compilação, sistematização e harmonização de dados cartográficos e territoriais, com o fim último de constituir uma plataforma de análise do território em questão.

2. Enquadramento Geográfico – Alentejo-Extremadura

Tendo em conta uma abordagem às duas regiões em estudo (Alentejo e Extremadura) salientamos o facto de estarmos a falar de quase 7000000 de ha de área total, cabendo 40% desse território ao Alentejo.

A região Alentejo situa-se no sul de Portugal, ocupando cerca de um terço da superfície total do país e abrangendo os Distritos de Évora, Beja e Portalegre e ainda quatro concelhos do Distrito de Setúbal, (Alcácer do Sal, Grândola, Santiago do Cacém e Sines). Estende-se do Vale do Tejo à serra algarvia, flanqueada a Leste pela linha de fronteira de Espanha e a Oeste, pelo Oceano Atlântico.

A Extremadura está situada no SW da Península, ocupando cerca de 8% da superfície estatal, constituída por duas províncias (NUTS III), Cáceres e Badajoz, sendo a capital desta região autonómica, Mérida. Os seus limites fisio-geográficos são a Norte o sistema central (Sierra de Gredos, Hurdes e sierra de Gata), a Este com a sub meseta Sul Castellan manchega, a Sul com os extremos da Serra Morena e a Oeste com a área delimitada pelos rios Tejo e Guadiana.

3. Domínio Socio-económico

3.1. Trabalho precedente

É importante retroceder um pouco e explicar sucintamente os trabalhos desenvolvidos durante o Projecto GEOALEX e que são a base do que se está a desenvolver no presente.

Estes trabalhos consistiram na criação de uma lista de variáveis e indicadores socio-económicos comum, extraídos essencialmente do INE (Instituto Nacional de Estatística) de Portugal e Espanha. Foi necessário identificar, para cada um dos indicadores, o organismo fornecedor, as unidades de medição correspondente com a realidade geográfica, os intervalos temporais, tendo sempre em atenção a necessidade de homogeneizar ambas as realidades. A grande dificuldade verificada aquando do tratamento dos dados foi a carência de indicadores standardizados e homologados em ambos os países ibéricos. Algumas dessas debilidades tiveram de ser ultrapassadas, nomeadamente no que tocou à disparidade verificada em termos de dimensão das unidades territoriais de cada um dos lados da fronteira. Assim, apresentando os municípios portugueses maiores dimensões (em termos de área) do que os municípios espanhóis, optou-se por calcular os indicadores à freguesia, no caso do Alentejo, e ao município por entidades municipais da Extremadura.

Deste trabalho resultou um conjunto de mais de 50 indicadores e variáveis, sobre os quais se elaborou uma ampla base de dados, dividida segundo as seguinte categorias:

Divisões Territoriais; População; Estrutura Demográfica; Densidade de Populacional; População Estrangeira; Alojamento; Indicadores Sociais; Ocupação e Emprego.

De referir que os indicadores são referentes ao ano de 2001 (excepto nos dados de residências e centros de idosos que são de 2005) e que a Informação é apresentada em valores relativos e absolutos.

O seu tratamento baseou-se no objectivo de conceber um modelo de dados que servisse de suporte a um sistema de informação geográfica (SIG) que pudesse originar uma cartografia comum e simultaneamente comparável entre as regiões fronteiriças do Alentejo e Extremadura. Para integrar a informação no SIG, organizaram-se os valores por tabelas que possuíam 3 colunas: uma para o CÓDIGO INE, outra com a denominação dos MUNICÍPIOS e outra com o INDICADOR correspondente. De seguida prosseguiu-se à representação geográfica das variáveis e indicadores, obtendo-se como resultado os mapas temáticos representativos de cada um dos indicadores.

Como complemento deste trabalho, foram escritas descrições dos resultados, bem como elaborado um dicionário e catálogo de indicadores e variáveis, apresentados nos dois idiomas de referência, Português e Espanhol. Todo este trabalho foi divulgado através de uma publicação realizada no âmbito do Projecto Geoalex.

3.2. Trabalhos realizados no âmbito do Projecto actual OTALEX

A partir do trabalho realizado anteriormente, definiram-se e desenvolveram-se novas linhas de trabalho, que tiveram sempre em conta o objectivo central do Projecto: a criação de uma IDE (Infra-estrutura de Dados Espaciais) transfronteiriça.

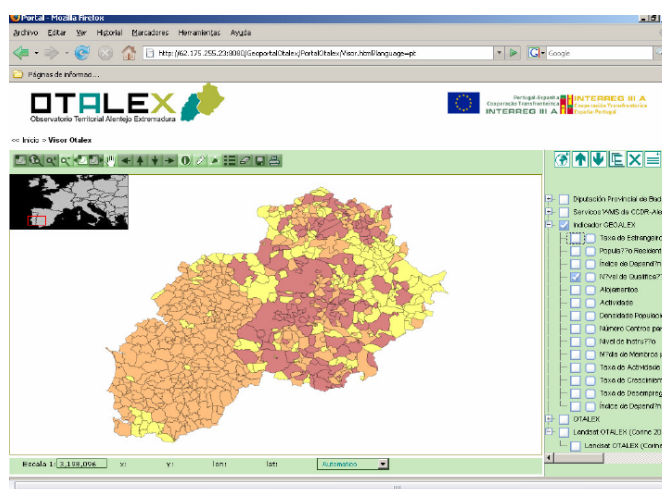


Figura 2 – Geoportal – Indicadores

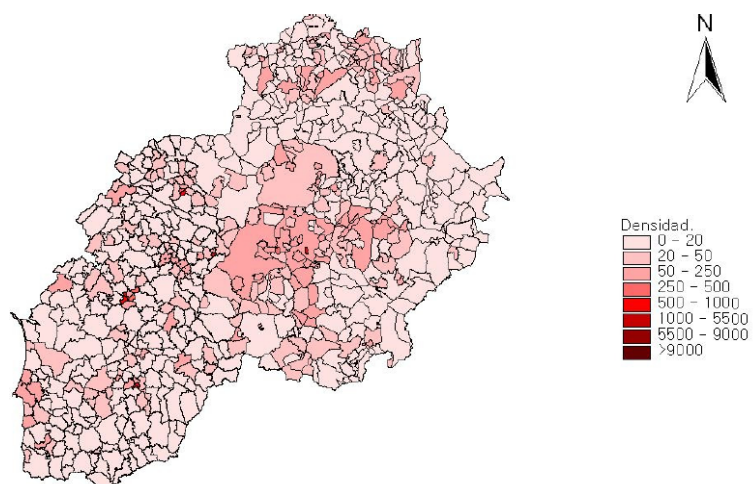
3.2.1. Definição dos indicadores a integrar a IDE

Para garantir um eficiente funcionamento desta estrutura Web, o número de mapas existente manifestou-se excessivo. Assim, optou-se por se seleccionar 14 mapas (os que possuísem maior representatividade e importância socioeconómica) para incluir na IDE-OTALEX. A maioria deles já estava calculada: População por Município; Densidade Populacional; Taxa de Crescimento Natural; Índice de Dependência de Idosos; Índice de Dependência de Jovens; Taxa de População Estrangeira; Total de Centros de Idosos; Taxa de Actividade; Taxa de Desemprego; Média de Membros por Família

No entanto, outros foram trabalhados a partir dos já existentes: Predomínio de alojamentos segundo a ocupação; Predomínio do nível de instrução; Predomínio do nível de qualificação; Predomínio de população empregada por sectores económicos

3.2.2. Desenvolvimento de análise socio-económicas

Posteriormente, trabalhou-se sobre as análises já realizadas aos resultados apresentados nos mapas, e que serão incluídas na IDE, de modo a que o usuário, ao visualizar o mapa, possa ter informação de carácter descritivo e justificativo sobre os resultados.



- Figura 3 – Densidade Populacional

- Densidades predominantemente baixas -entre 0-20 hab/km² nas duas regiões
- Alguns municípios/ freguesias com densidades particularmente altas - Calamonte e São Mamede (Évora) no Alentejo
- Calamonte é o município mais próximo de Mérida (distanto apenas a 4km)
- Mérida é a capital da Extremadura

- Sobressaem as pequenas freguesias dos núcleos urbanos das principais cidades – Évora, Beja, Portalegre, Elvas e Estremoz
- Évora, Beja e Portalegre são capitais de distrito, concentrando serviços
- Elvas e Estremoz são cidades localizadas no eixo de conexão Lisboa-Madrid e estão inseridas numa área relevante de exploração e transformação de mármore

Figura 3 – exemplo de análise dos resultados dos mapas

3.2.3. Definição de novos indicadores

Paralelamente, tem-se trabalhado no sentido de definir novos indicadores, que possam dar a conhecer melhor a realidade socio-económica do local.

Uma das temáticas que se tem procurado analisar prende-se com a identificação do grau de ruralidade de cada município/freguesia. Como referência para esta divisão, estudaram-se os critérios utilizados por organismos públicos de referência, sendo estes:

Ministério de Agricultura, Pesca e Alimentação do Governo Espanhol, que assenta na seguinte divisão:

- Ruralidade Dominante, os municípios têm menos de 2000 habitantes;
- Ruralidade Intermédia, os municípios que têm entre 2000 e 10000 habitantes
- Urbanos, os municípios que têm mais de 10000 hab

OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico), que apresenta os seguintes elementos:

- Município Rural, os municípios com menos de 150 hab/km²
- Município Urbano, municípios com 150 hab/km² ou mais

Por sua vez, o segundo o Eurostat:

- Município com escassa população ou Rural, até 100 habitantes por km²
- Município Urbano, mais de 100 habitantes por Km²

A ideia será ajustar estes valores à realidade da região e, posteriormente, cruzar outros elementos distintos, na medida em que, embora a população seja um indicador chave, outras variáveis de índole territorial, social e económica deverão ser tidas em conta. Deste modo, à população, associou-se também informações relativas aos sectores de actividade predominante, grau de infra-estruturação, cobertura de serviços e grau de qualificação. A partir de uma análise comparativa entre o conceito de ruralidade definido pelos organismos oficiais e os restantes vectores, perceber-se-á o grau de ruralidade destes territórios.

Outros indicadores têm sido trabalhados entre os quais:

- Percentagem de habitantes dos municípios/freguesias sobre o total da região, que permitirá conhecer o peso populacional de cada município sobre o total da região onde se insere;
- Densidade de alojamentos (alojamentos/ habitantes), de forma a conhecer a influencia do sector da construção em cada município/freguesia, analisando o desenvolvimento da construção de habitação em ambos os lados da fronteira;
- Índice de género: Índice de masculinidade e feminilidade (população masculina ou feminina / população total), que poderá ser posteriormente comparado com o indicador de desempregados por sexo, de modo analisar se tem ou não influência o predomínio de um género sobre o nível de actividade.

Apesar de a escala mais utilizada na prossecução destes objectivos ser a da freguesia do Alentejo/município da Extremadura, os indicadores foram também desenvolvidos a escalas menores: por um lado utilizaram-se as unidades territoriais correspondentes às comarcas agrárias (em Espanha) e aos concelhos (em Portugal) e por outro lado, utilizou-se a divisão das NUT III, obtendo-se como resultado um mapa dividido 6 áreas (Cáceres, Badajoz, Alto Alentejo, Alentejo Central, Baixo Alentejo e Alentejo Litoral).

A importância de definir novos indicadores resume-se ao facto de se pretender congregar uma série de variáveis que nos transmitam para o total da região uma classificação homogénea e expressiva e, dessa forma, poder qualificar os diversos espaços. Em fase de elaboração, recorreremos frequentemente a dados já trabalhados e standart, como a densidade populacional, sectores de actividade, etc., que possam de alguma forma transmitir-nos a realidade socio-económica das duas regiões, isto é, as especificidades que as caracterizam neste campo.

Por outro lado, a pertinência de escolha dos novos indicadores surge também pelo facto de os índices existentes, como o índice de ruralidade da Eurostat e do Ministério Agricultura Pesca e Alimentação, devido à sua composição muito sintética, não terem expressão suficiente para os nossos objectivos.

3.3. Próximos desenvolvimentos

Os próximos passos, já iniciados, passarão pela análise mais completa do ponto de vista territorial, socio-económico e humano, nomeadamente através do

cálculo do índice de ruralidade, índice de desenvolvimento humano e índice de desenvolvimento económico.

Adicionalmente, proceder-se-á à análise comparativa dos novos indicadores calculados e dos obtidos anteriormente, de modo a atingir o principal objectivo proposto por este grupo de trabalho, que consiste em conhecer melhor a realidade social e económica da área de estudo.

Para a prossecução destes objectivos, continuar-se-á a beneficiar das funcionalidades oferecidas pelo SIG, no tratamento mas sobretudo na análise da informação.

Estes desenvolvimentos serão divulgados na IDE Otalex, e evoluirão de acordo com o aperfeiçoamento das funcionalidades tecnológicas da plataforma. Numa fase mais avançada de desenvolvimento da IDE, a intenção será, em vez de incluir apenas os 14 mapas eleitos e apresentados de modo estático, permitir, nomeadamente, consultas alfanuméricas à base de dados e a realização de mapas temáticos dinâmicos.

4. Modelo de dados físico-ambiental: principais aspectos metodológicos e processuais

Perante a falta de informação estatística unificada no que diz respeito a variáveis físico-ambientais, e com a perspectiva de se ter uma abordagem de conjunto do território, decidimos trabalhar com a informação “Corine Land Cover 2000” (CLC 2000), modelo standart e homologado para toda a União Europeia (EU) referente a informação sobre os usos do solo, pretendendo-se, assim, realizar uma caracterização espacial sintética das condições ambientais, bem como da influência do factor humano.

O estudo geral e a definição de categorias realizaram-se a partir da disponibilidade de informação do nível de agregação 3 da Corine Land Cover (CLC), a qual apresenta algumas limitações em termos de classificação, no entanto, manifestou-se oportuna como suporte para a generalização e expressão resumida das linhas essenciais da paisagem numa área tão extensa como as regiões do Alentejo e da Extremadura,

Dando continuidade aos trabalhos realizados no GEOALEX, este grupo prosseguiu as suas actividades e o OTALEX, não obstante das diversas facetas, permitiu a abertura de novas linhas de acção, sendo que a ampliação dos temas a desenvolver surgiu como o principal objectivo. Em termos gerais, Abordamos os principais aspectos:

4.1. Tratamento metodológico idêntico à CLC 2000 para a CLC 1990

O número de categorias ou domínios paisagísticos estabelecidos tendo como base o nível 3 de informação para o modelo de dados físico-ambiental são oito, tentando-se recolher os aspectos mais significativos de cada classe, no âmbito da expressão espacial, o nível de informação que as sintetiza e a própria extensão geográfica da mesma. Domínios definidos: 1) Domínio de superfícies artificiais; 2) Domínio agrícola de sequeiro 3) Domínio agrícola de regadio 4) Domínio do sistema agro-silvo-pastoril (florestas e montados); 5) Domínio de floresta mediterrânica 6) Domínios de pastagens e espaços de vegetação escassa 7) Domínio de águas continentais 8) Domínio costeiro e litoral.

4.2. Análise por Município, Comarca e NUTSIII da CLC 1990, CLC 2000 e respectivas alterações (CLC 1990-CLC 2000).

Análise diferenciada por cada escala de trabalho (Municípios, Comarcas e NUTSIII). Estender a base de dados e a sua representação geográfica aos restantes concelhos e comarcas. Tarefa já inicializada no Geoalex com uma zona-piloto denominada de “área-transfronteiriça” onde se estudaram os oito domínios de usos e aproveitamento do solo na zona da “raya” escolhendo-se os concelhos portugueses e as comarcas agrárias espanholas limítrofes à fronteira.

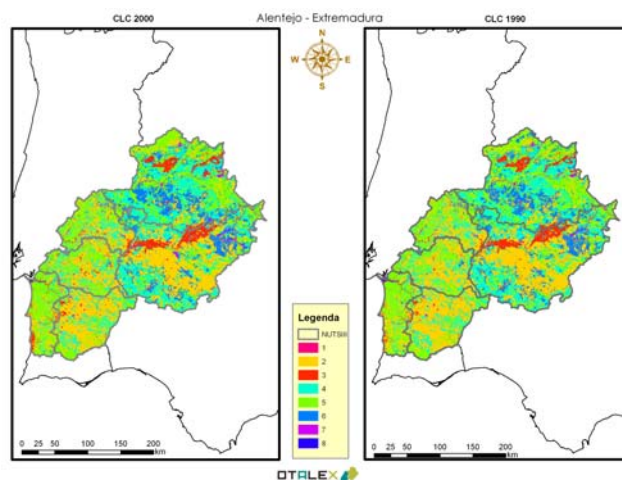


Fig.4 CLC 1990 e 2000 Por NUTSIII

4.3. Alterações CLC 1990-2000

Estudando e cruzando os dados CLC de 1990 e 2000, observamos que há muitas alterações verificadas entre o período referido. Para detectar melhor as alterações de representação geográfica dos 8 domínios, desenvolvemos uma matriz de códigos numéricos, onde cada alteração de 1990 a 2000 tem um código unívoco, para se poder detectar que uso tinha o solo em 1990 e em que se transformou em 2000.

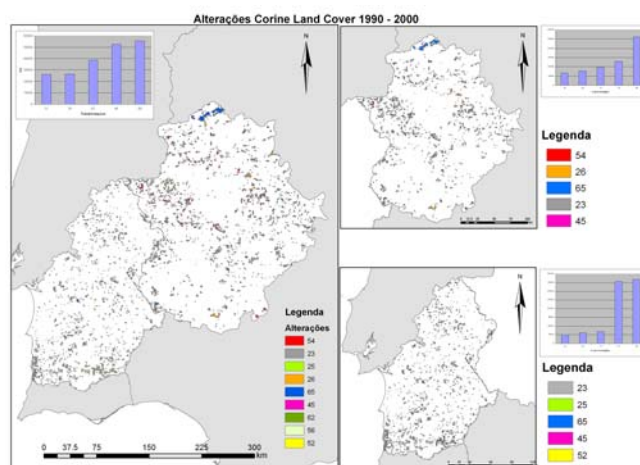


Fig.5 Representação das Alterações da CLC de 1990 para 2000

4.4. Identificação das áreas de expansão urbana de 1990 para 2000

Relacionado com o ponto anterior, de facto podia tratar-se de uma sub-análise, já que está directamente relacionado com as alterações 1990-2000. No entanto, dedicamos a esta alteração, especial atenção, derivado a ser uma questão sensível na área da planificação territorial. Dessa forma, observamos em que proporção aumentaram as áreas urbanas, e mais, a partir de que cada 8 domínios essa alteração se verificou.

Dominio1		
1990 (ha)	2000 (ha)	Var(%)
32874.0	40484.9	+23%

GRUPOS	Hectares
2	3934.4
3	519.1
4	752.5
5	1006.6
6	1426.3
7	88.9

Quadros 1e2- Variação da evolução da área urbana entre 1990 e 2000 segundo a CLC. Área dos respectivos domínios (originários 1990) que deram origem a área urbana em 2000 (Dominio1).

4.5. Altimetria, Litologia

Litologia. Numa primeira abordagem surgiram os primeiros problemas habituais, quando se tentaram unificar variáveis de um e outro lado da fronteira

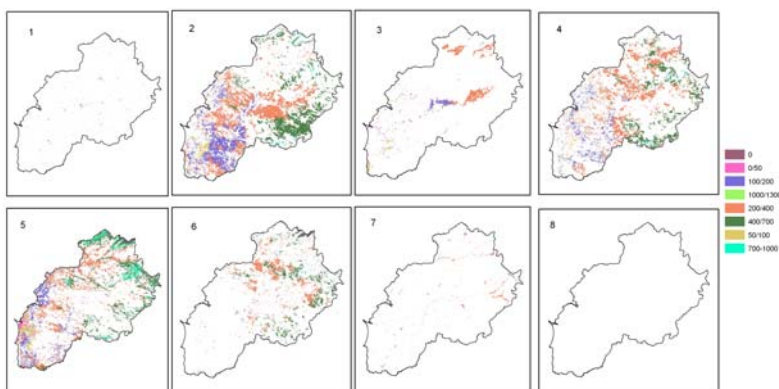
(diferentes escalas, sistemas de projecção, nomenclatura, etc.) Unificaram-se as variáveis, para obter um mapa geológico comum entre o Alentejo e a Extremadura, criando-se 4 temas, onde se faz uma excessiva generalização da representação geográfica das camadas geológicas. Esta é uma linha de trabalho ainda em aberto, a fim de pretendermos, futuramente, obter uma representação mais detalhada, e portanto, mais expressiva.

Altimetria. Elaborámos uns intervalos altimétricos para poder analisar de forma mais sistemática as características do relevo das duas regiões. Esta é uma linha de trabalho, também, ainda em aberto.

4.6. Cruzamento da CLC 2000 com a hipsometria, litologia. Identificação de padrões territoriais de comportamento das variáveis

Nesta tarefa, analisámos as características da localização de cada um dos 8 domínios de usos e aproveitamento do solo, cruzando os mesmos com as diferentes variáveis tratadas (altimetria, litologia e climatologia).

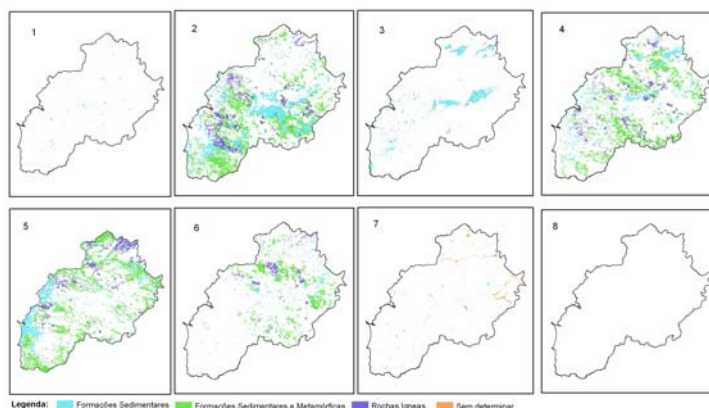
Altimetria



Grupo	Grupos altimétricos	Áreas % (grupo)	Áreas % (total)
1	200/400	47.9	0.3
2	200/400	43.4	13.9
3	200/400	64.9	3.1
4	200/400	53.7	11.8
5	200/400	35.7	10.5
5	400/700	27.4	8.0
6	200/400	53.2	5.3
6	400/700	41.5	4.2
7	100/200	14.5	0.2
7	200/400	70.6	0.9
8	0/50	71.0	0.1

Fig.6- Representação da variável altimetria segundo os domínios de ocupação da CLC 2000
Quadro 3- Apresentação do grupo altimétrico principal segundo a expressão relativa de ocupação dos diversos domínios em relação a si mesmos e à totalidade.

Litologia



Grupo	Predominância	Áreas % (grupo)	Áreas % (total)
1	Formações sedimentares	38.6	0.2
1	Formações sedimentares e metamórficas	38.5	0.2
2	Formações sedimentares e metamórficas	51.2	16.3
3	Formações sedimentares	84.1	4
4	Formações sedimentares e metamórficas	61.8	13.6
5	Formações sedimentares e metamórficas	60.6	17.8
6	Formações sedimentares e metamórficas	65.3	6.6
8	Formações sedimentares	67.2	0.1

Fig.7- Representação da variável litologia segundo os domínios de ocupação da CLC 2000

Quadro 4- Apresentação da classe predominante principal segundo a expressão relativa de ocupação dos diversos domínios em relação a si mesmos e à totalidade.

4.7. Tratamento de dados climatológicos

No que diz respeito à unificação dos dados climatológicos entre o Alentejo e a Extremadura, observámos que existia bastante menos informação no lado português, já que possuímos, somente, 14 estações termo-pluviométricas com dados de 1960 até 1990, enquanto a Extremadura, possui 58 estações termo-pluviométricas e dados de 1960 a até 2000. Evidentemente, foi necessário unificar critérios, mantendo-se o número de estações de um lado e outro, e teve de se proceder a um ajustamento temporal, trabalhando-se somente nos dados de 1960 até 1990. De referir que as variáveis climatológicas trabalhadas foram a precipitação e a temperatura.

4.8. Cruzamento da CLC com os dados Climatológicos – Padrões Climatológicos

De igual forma que os trabalhos realizados para a altimetria e a litologia, cruzou-se a CLC 2000 com os mapas resultantes das interpolações das variáveis das diversas estações identificadas anteriormente.

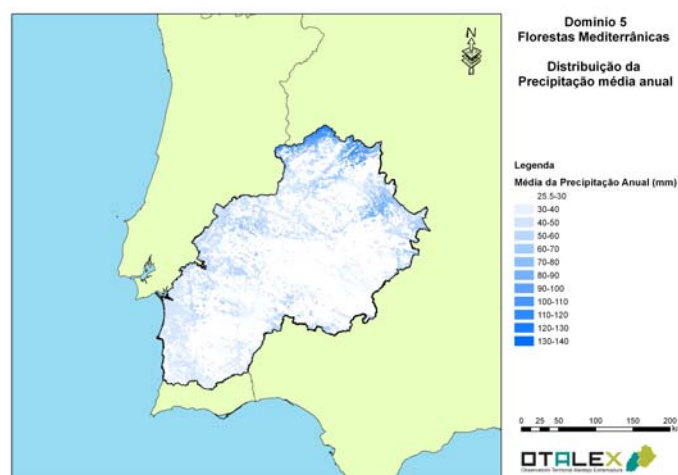


Fig.8- Domínio 5 (Florestas Mediterrânicas) - Distribuição da Precipitação Média Anual

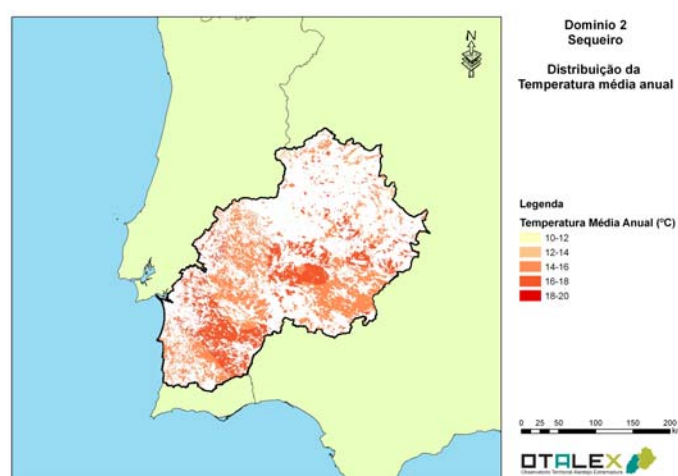


Fig.9- Domínio 2 (Sequeiro)- Distribuição da temperatura Média Anual

5. Modelo de dados físico-ambiental: aspectos conclusivos

O estudo, análise e interpretação de resultados são as fases que se seguem nos trabalhos e que, por outro lado, serão também, alvo de apresentação no ESIG2008. Derivado ao facto de muitas das linhas de trabalho estarem em aberto, julgamos pertinente apresentar um conjunto de conclusões dos diversos pontos analisados.

Mais do que um estudo exaustivo das duas regiões, constitui alvo deste grupo disponibilizar um conjunto de dados para que, numa consulta Web, o utilizador possa retirar informação físico-ambiental para uma determinada área geográfica, uma vez que, recorrendo às especificidades do OTALEX e a um dos seus principais objectivos, a informação trabalhada por este grupo será publicada na IDE (Infra-estrutura de Dados Espaciais), ou seja, será publicada na Internet através de uma página WEBSIG.

6. Outros projectos semelhantes no contexto Ibérico

Galiza e Minho- I DE para as áreas rurais de Galiza e Norte de Portugal. Projecto: SIGN2 Espanha - Projecto de infra-estruturas de dados espaciais para as áreas rurais da Galiza e do Norte de Portugal (IDE-SIGN), integrado no INTERREG III-A; medida 3.2 desenvolvimento tecnológico, investigação e difusão da sociedade de informação, (2006-2007)

Sócios:

Sociedade para o desenvolvimento Comarcal de Galicia (SDC); Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC); Universidade de Santiago de Compostela (USC); Associação Florestal de Portugal (Forestis); Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho (DRAEDM); Instituto para o Desenvolvimento Agrário da Região Norte (IDARN); Comissão de viticultura da Região dos Vinhos Verdes (CVRVV).

7. Referências:

Instituto Nacional de Estatística www.ine.pt
Instituto Nacional de Estatística (2001), *Censos 2001: XIV Recenseamento Geral da População*, Lisboa.
Instituto Nacional de Estatística (2005), *País em Números 2001-2004*, Lisboa, CD-ROM.
Dados estatísticos relativos à Carta Social e Equipamentos de para Idosos em 2005
CCDRA – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo <http://www.ccdr-a.gov.pt/>
Site da Direcção Geral de Estudos, Estatística e Planeamento: www2.dgeep.mtss.gov.pt/cartasocial/index2.asp
Dados estatísticos relativos aos estabelecimentos de ensino:
Site da Direcção Regional de Educação do Alentejo: www.drealentejo.pt
CORINE 2000. Descrição da nomenclatura do Corine Land Cover ao Nível 5º. IGN-CNIG. Madrid, 2002.
Ocupação do Solo da Extremadura. Classificação Mapa 1:300000. AURENSA – Junta da Extremadura, 1998
Comarcalización Agraria de España. MAPA. Madrid, 1978.

Autores:

Hugo Lopes – hugo.lopes@amde.pt
Victor Vaquero - vmvaquero@agencia.juntaex.es
Ana Roldão- ana.roldao@amna.pt
Eva Flores - emflores@agencia.juntaex.es
Jose AntoneoMateos - jamateos@agencia.juntaex.es

Amde
Associação de Municípios do Distrito de Évora
Rua 24 de Julho, 24, 1
7000-673 Évora
Portugal

**Ocupação do solo: passado, presente e futuro.
O contributo do *Land Change Modeler* para o estudo da ocupação do solo
e para a elaboração de Instrumentos de Gestão Territorial**

**Land use: past, present and future
Contributions of *Land Change Modeler* for the study of land use
and for the elaboration of Territorial Management Plans**

A. Monteiro de Almeida¹
P. Sevinete Pinto²

Palavras-chave

Ocupação do solo; Mafra; Sistemas de Informação Geográfica (SIG); Land Change Modeler; Instrumentos de Gestão Territorial.

Resumo

É sobejamente conhecida a importância do estudo da ocupação do solo no âmbito da elaboração dos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT), assim como a complexidade e morosidade em produzir cartografia a este nível e/ou obter informação actualizada e fidedigna.

Sendo o espelho da actividade do ser humano, da forma como ele tira partido dos recursos naturais e como gere o seu território, a ocupação do solo revela-se de extrema importância, tal como a elaboração de estudos que permitam analisar e avaliar as transformações/modificações na ocupação do solo, as consequências actuais e as tendências futuras dessas mesmas alterações.

Utilizando as ferramentas SIG, nomeadamente o módulo Land Change Modeler do software IDRISI Andes, o presente artigo debruça a sua atenção sobre o estudo da ocupação do solo, no território Norte da Área Metropolitana de Lisboa, concretamente no concelho de Mafra, no período temporal de 1990 a 2000, por forma a aferir a evolução entre essas duas datas, as consequências dessa evolução a nível ambiental e as tendências futuras. O presente artigo pretende ainda apresentar contributos metodológicos e técnicos com vista, sobretudo, à elaboração dos IGT.

Key-words

Land use; Mafra; Geographical Information Systems (GIS); Land Change Modeler; Territorial Management Plans.

Abstract

It is widely known the importance of studying land use in what concerns the elaboration of territorial management plans, as well as the complexity and time spending of producing land use cartography or in obtaining trustful and up to time information.

Being the mirror of human being activity, of the way he explores natural resources and how he manages the territory, land use, and the information connected, is fundamental, just like the elaboration of documents that allow analysing and evaluating the modifications in the land use, the actual consequences and future changes.

Using GIS tools, namely the IDRISI Andes software module: Land Change Modeler, this article aims to study the land use in the North Lisbon area, specifically in Mafra district,

1 Aníbal Monteiro de Almeida
(Geógrafo) empresa GEOSFERA Lda, Algés, Portugal
Investigador do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa
anibalma.geosfera@gmail.com

2 Pedro Sevinete Pinto
(Geógrafo) empresa GEOSFERA Lda, Algés, Portugal
Investigador do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa
pedrosp.geosfera@gmail.com

in the period 1990-2000, establishing the changes occurred, the environmental consequences of that evolution, as well as future tendencies of evolving. It is final objective of this article to discuss techniques and methods of bringing land use cartography, in a systematic way, in to the process of territorial management plans elaboration.

1. Introdução

O estudo da ocupação do solo de determinado território é muitas vezes o primeiro passo para o conhecimento do mesmo.

No processo de apreensão das principais características de determinada área territorial, quer seja por mera observação visual *in loco*, ou empregando técnicas avançadas de detecção remota, o tema da ocupação do solo é recorrente.

Na realidade, o estudo da ocupação do solo permite não só apreender as características actuais dessa ocupação, como também inferir o passado de tal território, e ainda perspectivar o futuro a esse nível.

Então o estudo da ocupação do solo pode ser considerado um fim em si mesmo? Poderá sem dúvida para alguns, mas para a maioria de nós, este trata-se de um passo (excepcionalmente importante, sem dúvida) para o conhecimento do território em causa, que se quer tão aprofundado quanto possível.

Quando falamos em Instrumentos de Gestão Territorial (IGT) referimo-nos a documentos fundamentalmente analíticos, independentemente da sua escala de análise, não obstante as fases de diagnóstico que muitos encerram, bem como as tão importantes fases propositivas (muitas vezes vinculativas) que os mesmos não raras vezes abrangem.

Nesta medida, e porque nos referimos aos IGT, e portanto a documentos que tratam antes de mais o território, um tema emerge como que “obrigatório” de ser incluído: a ocupação do solo, senão veja-se “O interesse no estudo desta variável em ordenamento do território é óbvio: é impossível estudar ordenamento sem conhecer o uso existente no território, a sua evolução e o seu potencial” (PARTIDÁRIO, 2004).

Sendo uma forma de estudo coerente e com extraordinário poder analítico e de condensação de informação, a ocupação do solo de determinado território permite espalhar o mesmo em maior ou menor número de classes de ocupação, conforme as necessidades dos trabalhos em elaboração.

Sendo consensual que o estudo da ocupação do solo é fulcral para o entendimento do território em análise, seria expectável que este estivesse contido na maioria dos IGT produzidos. De facto tal não acontece!

Quer falemos dos IGT de nível superior (de escala de análise de menor pormenor), ou dos IGT de nível inferior (de escalas de maior pormenor) (ver ilustração 1), a inclusão de estudos de ocupação do solo não se faz com a frequência que seria de esperar, e muito menos se faz uniformemente quanto aos seus critérios (salvaguardando obviamente as diferenças decorrentes da escala de análise em uso).

A propósito desta questão, e de acordo com a *Norma de Procedimentos de 2005*, publicada pela CCDRLVT (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo), pode ler-se que no respeito os elementos constituintes de um PDM (Plano Director Municipal), estes são tipicamente: *Regulamento; Plano de Ordenamento* e a *Planta de Condicionantes*. No entanto, ainda nesta publicação se refere que um PDM deve também ser acompanhado, entre outros tipos de estudos de caracterização do território municipal, de: “ocupação e uso actual do solo, dinâmicas existentes e compromissos urbanísticos”.

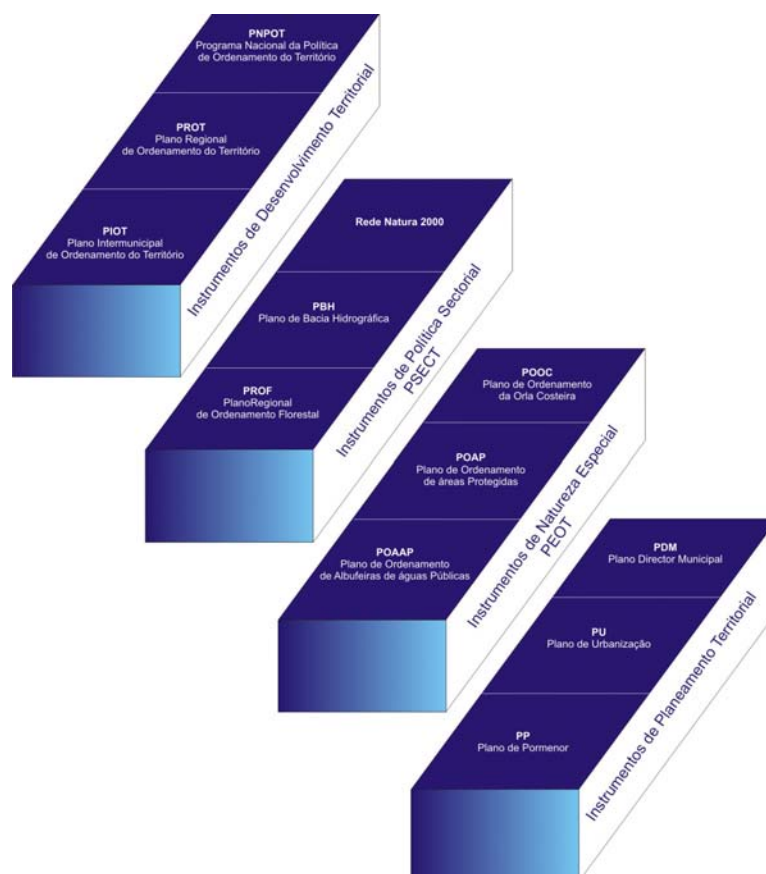


Ilustração 1 – Principais níveis de Instrumentos de Gestão Territorial e principais Programas e Planos que os mesmos incluem.

Os IGT que de facto incluem este tipo de estudos, fazem-no na sua esmagadora maioria numa perspectiva estática, ou seja, analisando um momento temporal específico, ficando os estudos dinâmicos da ocupação do solo, em que se analisam sobretudo as alterações ocorridas em determinado período temporal, relegados para planos secundários.

Outro facto é necessário ainda salientar ao nível da inclusão de estudos de ocupação do solo em âmbito dos IGT, que se prende com o output gerado para comunicação de resultados. A este nível várias são as experiências de inclusão de dados dispersos em formato de texto, sendo que as experiências de elaboração de cartografia de ocupação do solo, porventura das formas mais eficazes, pelo poder de síntese que encerram, são claramente em menor número, nos mais diversos tipos de IGT.

Mas se os estudos de ocupação do solo são entendidos como análises muito válidas para o entendimento de um determinado território – que o são pela maioria dos técnicos e autores – porque motivo não são mais utilizados nos diversos Instrumentos de Gestão Territorial que vigoram no nosso país? Acerca desta questão identificámos dois grandes tipos de motivos: estruturais e técnicos.

Motivo estrutural:

- dificuldade em ter acesso a dados fidedignos de ocupação do solo.

Motivos técnicos:

- morosidade de elaboração de cartografia de ocupação do solo (directa ou teledetectada);
- ausência de princípios orientadores e de procedimentos que rejam a elaboração de tais estudos.

Nesta perspectiva, o presente artigo pretende dar um modesto contributo para a eventual resolução dos problemas técnicos enunciados, uma vez que quanto aos problemas identificados como estruturais, o seu âmbito extrapola os objectivos actuais.

Resumindo as ideias referidas anteriormente neste capítulo, a situação face à inclusão de estudos relacionados com a ocupação do solo em âmbito dos IGT caracteriza-se por um reconhecimento por parte da classe técnica da sua relevância, não obstante o facto das experiências de inclusão de cartografia de

ocupação do solo nestes Instrumentos se tratarem de experiências avulsas que muitas vezes não atingem o formato cartográfico. Regista-se também que as experiências de trabalhos estáticos de ocupação do solo se sobrepõem às experiências dinâmicas (a nosso ver extremamente interessantes, sobretudo para documentos que trabalham, em regra, horizontes temporais alargados).

2. O concelho de Mafra – o PDM e a questão da ocupação do solo

O caso de estudo escolhido para o presente artigo é o concelho de Mafra.

Este concelho, pelas características que lhe são inerentes, constitui-se como uma área territorial com claras vantagens, enquanto caso de estudo, para as metodologias aqui empregues, fundamentalmente porque no período temporal de análise escolhido – 1990/2000 – o concelho apresentou uma elevada dinâmica, sobretudo no que diz respeito às áreas consideradas urbanas.

Por se tratar de um concelho com características ainda de ruralidade latente, mas com uma assinalável proximidade geográfica à cidade de Lisboa, este concelho tem sido, nos últimos anos, alvo de uma expansão urbana que procura dar resposta à cada vez maior solicitação por parte da população aí residente, ou com vontade de aí residir, e que na sua maioria é, hoje em dia, trabalhadora fora do concelho, nomeadamente na cidade de Lisboa ou nas áreas circundantes.

O PDM do concelho de Mafra, que está neste momento em revisão, foi aprovado em 1995. A propósito disto podemos ler na Resolução do Concelho de Ministros Nº 179/95, de 27 de Dezembro de 1995 do Diário da República Nº 297, que “*A Assembleia Municipal de Mafra aprovou, em 8 de Setembro de 1995, o seu Plano Director Municipal. O Plano Director Municipal de Mafra foi objecto de parecer favorável da comissão técnica que, nos termos da legislação em vigor, acompanhou a elaboração daquele Plano.*”

Não sendo objectivo deste artigo discutir a qualidade técnica do Plano em causa, que obviamente aqui não se critica, apontamos apenas o facto de o tema da ocupação do solo estar tratado de forma dispersa e sem uma visão cartográfica de conjunto.

A este nível, de facto, nota-se que o tema da ocupação do solo está patente mas, tal como referimos ser tónica geral na maioria dos Planos, de uma forma estática e não dinâmica.

Assim, o que modestamente propomos nos próximos pontos deste artigo, é a elaboração de cartografia de ocupação do solo do concelho de Mafra, para os momentos temporais 1990 e 2000, bem como a elaboração posterior de cartografia de alterações entre estes momentos temporais, ao nível das principais classes de ocupação do solo, e ainda cartografia de cenarização para o momento temporal 2010.

3. O Land Change Modeler

O software utilizado na elaboração deste artigo foi o *Land Change Modeler* da empresa americana Clark Labs, conhecida mundialmente sobretudo pelo seu software *IDRISI* (actualmente na versão *Andes*).

Na realidade o software aqui utilizado está contido no software *IDRISI*, sendo uma das diversas ferramentas que este disponibiliza, tendo sido também lançada pela Clark Labs uma versão do software que “corre” em ambiente ArcGIS 9.2 – *Land Change Modeler for ArcGIS*. Na realidade, na elaboração deste artigo foram utilizadas as duas “ferramentas”: o Land Change Modeler que está disponibilizado em ambiente *IDRISI Andes*, e o software *Land Change Modeler for ArcGIS*.

A Clark Labs, que criou e desenvolveu este software, está ligada à Graduate School of Geography da Clark University (Massachusetts, EUA), dedicando-se sobretudo à investigação e desenvolvimento de tecnologias geoespaciais. Sendo reconhecido pelos avanços em temas como o apoio à decisão; o desenvolvimento de métodos de classificação de imagens ou a modelação dinâmica, o software produzido pela Clark Labs tem já um historial de cerca de 20 anos e utilizadores espalhados por todo o mundo.

Este software em concreto foi desenvolvido pela Clark Labs no sentido de dar resposta a desafios ambientais actuais, em aplicações tão distintas como por exemplo:

- análise de alterações de uso do solo (desenvolvido no presente artigo);
- modelação dos potenciais de uso do solo;
- avaliação de impactes em habitats e biodiversidade;
- planeamento futuro de intervenções no território.

Pelas suas características, este software que trabalha sobretudo com temas matriciais, apresenta inúmeras valências para diversas disciplinas que trabalham com o território.

No caso do artigo que agora se apresenta, importa referir que a aplicação utilizada foi aquela que dá resposta aos desafios da cartografia de ocupação do solo (estática e dinâmica) e da modelação/cenarização das alterações a ocorrer no futuro.

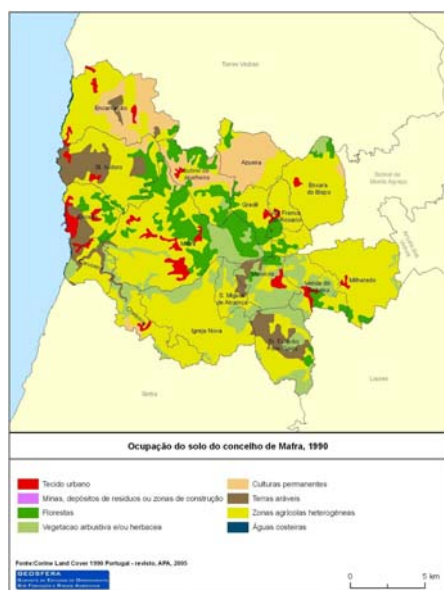
4. Caso de estudo – análise de ocupação do solo do concelho de Mafra

Neste artigo a análise da ocupação do solo é abordada em três grandes pontos metodológicos:

- 1- Análise estática da ocupação do solo em 1990 e em 2000
- 2- Análise evolutiva da ocupação do solo entre 1990 e 2000
- 3- Modelação de cenários da ocupação do solo para 2010

4.1- Análise estática da ocupação do solo em 1990 e em 2000, no concelho de Mafra

A análise estática da ocupação do solo, inserida no seio de uma aferição de evolução da ocupação do solo, revela-se especialmente importante ao nível da compreensão, identificação/caracterização do tipo de ocupação do solo, como por exemplo a identificação do grau de potencial dinamismo da área de estudo relativamente à evolução da ocupação do solo e identificar as potenciais alterações que poderão surgir, tendo por base apenas as classes de ocupação do solo que caracterizam a área de estudo.



Mapa 1- Ocupação do solo do concelho de Mafra em 1990

Desta forma, a análise estática deverá ser realizada com vista à identificação de possíveis factores/ variáveis que despoletem e que justifiquem as alterações registadas entre dois momentos, ao nível da ocupação do solo.

4.1.1 – Análise da ocupação do solo em 1990

A ocupação do solo do concelho de Mafra em 1990, tendo por base a informação do Corine Land Cover de 1990 revisto, é marcadamente do tipo rural, onde as classes de ocupação do solo do tipo agrícola dominam aproximadamente 73 % do território (ver gráfico 1), que, somando aproximadamente 24 % do território ocupado pelas classes florestal e *vegetação arbustiva e/ou herbácea*, perfaz um total de 97 % da área do concelho de Mafra.



Gráfico 1- Ocupação do solo do concelho de Mafra em 1990

A classe de ocupação do solo *tecido urbano* registava aproximadamente uma ocupação de 3 % do território do concelho em análise. Importa referir que o *tecido urbano*, à excepção do lugar de Mafra e Ericeira, era à data de tipologia rural.

Devido à proximidade com Lisboa e, ainda, por se localizar na Área Metropolitana de Lisboa, será de esperar um aumento significativo desta última classe, em detrimento de todas as outras.

Relativamente à espacialização das classes de ocupação do solo, no mapa 1, observa-se uma dominância das áreas agrícolas heterogêneas. Constatase ainda que o *tecido urbano* apresenta uma maior concentração nas freguesias de Mafra, Ericeira, Malveira, Venda do Pinheiro e Milharado, que com a excepção de Ericeira e Mafra, se caracterizam por manchas de relativa pequena dimensão.

4.1.2 – Análise da ocupação do solo em 2000

Comparativamente com o período transacto, e continuando a ter por base a informação disponibilizada pelo Corine Land Cover, a ocupação do solo do concelho de Mafra continuava a caracterizar-se, em 2000, pela dominância das classes do tipo rural,

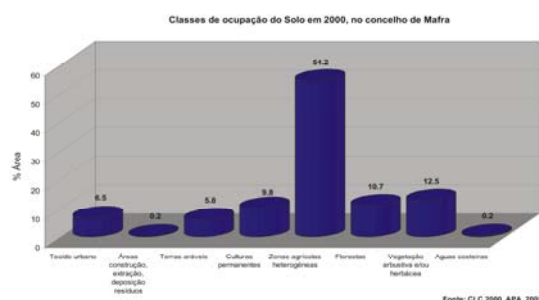
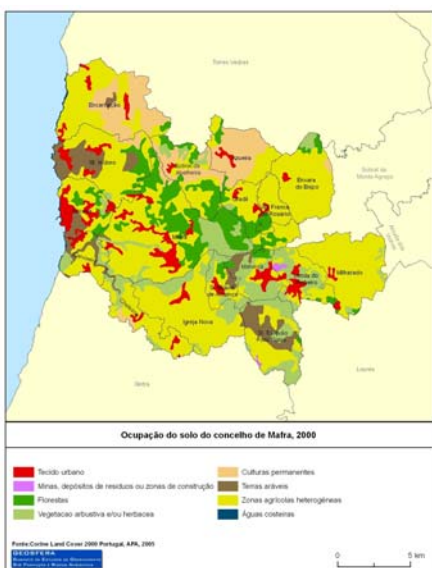


Gráfico 2- Ocupação do solo do concelho de Mafra em 2000



Mapa 2 - Ocupação do solo do concelho de Mafra em 2000

apesar de se registar uma duplicação do *tecido urbano*, passando a registar em 2000 uma ocupação de aproximadamente 6,5 % (ver gráfico 2).

O aumento da classe tecido rural efectivou-se à custa de uma redução, sobretudo, das classes de ocupação do solo do tipo agrícola, que passou em 2000 para uma área de 70 % aproximadamente, em especial da classe de ocupação do solo do tipo áreas agrícolas heterogêneas (ver gráfico 2).

Espacialmente o concelho de Mafra continua a ser marcado pela dominância das classes de ocupação do solo do tipo agrícola (ver mapa

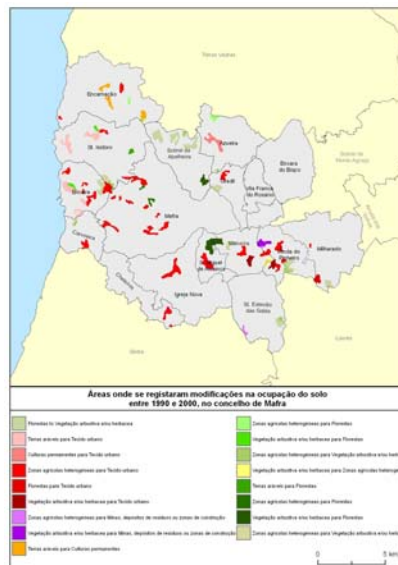
2), sendo que neste período já se regista uma maior quantidade de polígonos do tipo *tecido urbano*, surgindo novas áreas com este tipo de ocupação do solo, especialmente numa faixa entre as freguesias de Milharado/ Venda do Pinheiro e St. Isidoro/ Ericeira. Relativamente às áreas urbanas já existentes em 1990 observa-se um aumento da dimensão destas áreas, com especial destaque para Venda do Pinheiro, Malveira, Mafra, Ericeira e St. Isidoro.

4.2- Análise evolutiva da ocupação do solo entre 1990 e 2000, no concelho de Mafra

Na elaboração de cenários de evolução da ocupação do solo, esta etapa metodológica revela-se fundamental, uma vez que permite não só aferir as alterações que realmente ocorreram, como compreender os factores/motivações que conduziram à evolução registada. Deste modo, se a análise estática da ocupação do solo se revela, embrionariamente, importante na compreensão de possíveis factores que conduzam às alterações na ocupação do solo, o estudo da evolução da ocupação do solo permite aferir e comprovar, ou rejeitar, as premissas geradas durante a fase de análise estática e originar novas premissas.

O Land Change Modeler recorre à análise da variação da ocupação do solo para posteriormente efectuar a modelação do potencial de alterações de ocupação do solo e a cenarização da futura ocupação do solo.

Atentando às alterações registadas na



Mapa 3 – Áreas onde se registaram modificações na ocupação do solo entre 1990 e 2000, em Mafra

solo permite aferir e comprovar, ou rejeitar, as premissas geradas durante a fase de análise estática e originar novas premissas.

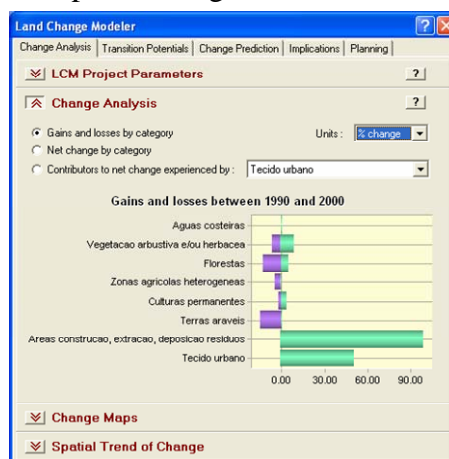


Gráfico 4- Perdas e ganhos das classes de ocupação do solo entre 1990 e 2000

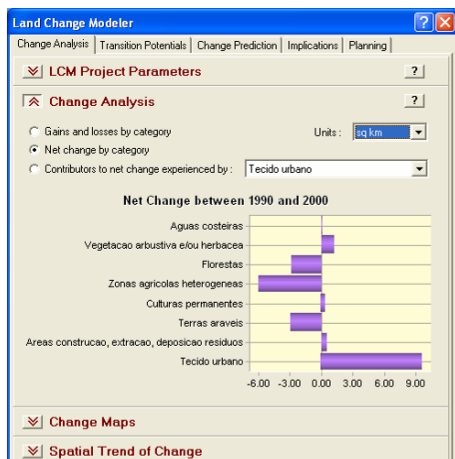


Gráfico 3- Alterações nas classes de ocupação do solo do concelho entre 1990 e 2000 (km²)

urbano tem resultado da ocupação, em especial, das classes de ocupação do solo

ocupação do solo entre 1990 e 2000 no concelho de Mafra (ver mapa 3), observa-se de imediato um crescimento do *tecido urbano*. O gráfico 3 permite observar que a classe *tecido urbano* regista um acréscimo de área na ordem do 9,5 km², o que corresponde a um crescimento de aproximadamente 50 % (ver gráfico 4) de 1990 para 2000. A expansão da classe *tecido urbano* tem resultado da ocupação, em especial, das classes de ocupação do solo

do tipo *zonas agrícolas heterogéneas* e *terras aráveis* (ver gráfico 5), sendo que a primeira contribuiu com aproximadamente 6 km², correspondendo sensivelmente a 62 % da área de ganho do *tecido urbano*, no que respeita às *terras aráveis*, estas contribuíram com 2 km². No total, estas duas classes contribuíram com 82% da sua área para a expansão dos territórios ocupados pelos tecidos urbanos.

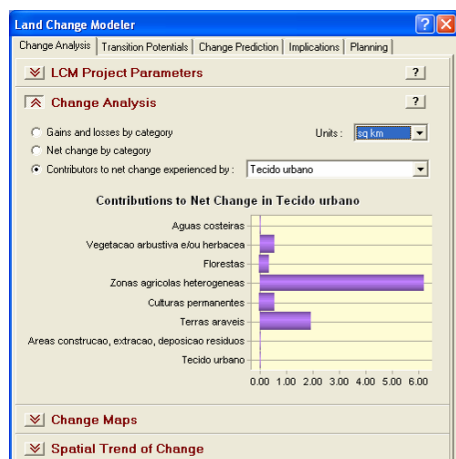


Gráfico 5– Contribuição das classes de ocupação do solo para o aumento do tecido urbano entre 1990 e 2000 (km²)

A classe *vegetação arbustiva e/ou herbácea* regista o segundo maior crescimento a nível espacial, apresentando um ganho de aproximadamente 1,21 km² (ver gráfico 3), o que corresponde a um incremento de 10 % relativamente a 1990 (ver gráfico 4). O gráfico 4 permite observar que esta é a classe de ocupação do solo mais dinâmica, uma vez que os ganhos de área, apesar de positivos, são semelhantes às perdas de área. De facto, esta classe, de 1990

para 2000, perdeu aproximadamente 6 % da área classificada como *vegetação arbustiva e/ou herbácea* para outras classes de ocupação do solo, tendo, ao mesmo tempo, “conquistado” aproximadamente 10 % do território que em 1990 era ocupado por outras classes de ocupação do solo, revelando desta forma um forte dinamismo.

As perdas de áreas, entre 1990 e 2000, são registadas pelas classes de ocupação do solo: *zonas agrícolas heterogéneas*, *terras aráveis* e *florestas* (ver gráfico 3).

4.3- Modelação de cenários da ocupação do solo para 2010, para o concelho de Mafra

A modelação de cenários, nomeadamente de ocupação do solo, poderá contribuir para a elaboração de IGTs mais equilibrados e mais adaptados às necessidades biofísicas dos territórios.

Apesar das inúmeras potencialidades de elaboração de cenários de ocupação do solo, no presente artigo foi realizado um cenário para 2010, que incide sobre o *tecido urbano*, uma vez que esta classe apresenta o maior potencial de crescimento e é ao mesmo tempo a que introduz maiores desequilíbrios ambientais e consequentemente a que necessita de planeamento mais cuidado.

O espaço temporal do cenário reporta-se a 10 anos, entre 2000 e 2010. Este período de 10 anos surge pelo facto da elaboração do cenário se basear num estudo prévio de evolução de ocupação do solo de 10 anos, entre 1990 e 2000.

Após a realização das análises estáticas e evolutivas da ocupação do solo, é necessário a aferição de áreas que apresentam um maior potencial de alteração. Este potencial de alteração é definido com base na análise evolutiva da ocupação do solo, realizada anteriormente (entre 1990 e 2000), e com base em variáveis independentes.

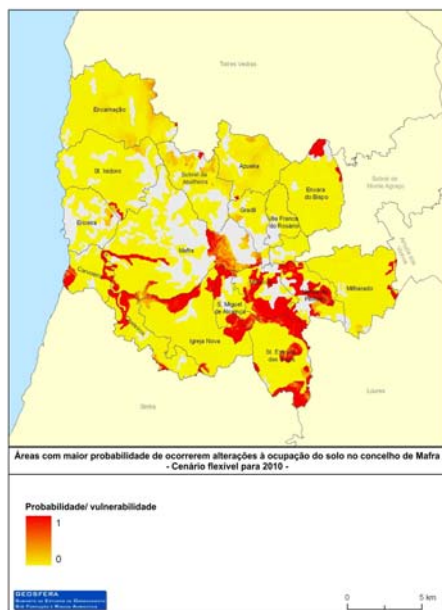
No presente artigo, foram seleccionadas as seguintes variáveis independentes: distâncias à rede viária; distâncias às áreas urbanas já existentes; tendência espacial de evolução das áreas urbanas; altimetria; declives; nível de verosimilhança das classes de ocupação com as alterações registadas no passado (entre 1990 e 2000); RAN (Reserva Agrícola Nacional) e REN (Reserva Ecológica Nacional).

A modelação das áreas com maior potencial de evolução foi realizada com base em redes neuronais do tipo MLP (Multi-Layer Perceptron). Na modelação destas áreas, as variáveis independentes: distâncias às áreas urbanas já existentes e tendência espacial de evolução das áreas urbanas, assumiram um carácter dinâmico, isto é, à medida que o *Land Change Modeler* vai “correndo” o modelo, estas duas variáveis vão, também, sofrendo evoluções.

No que concerne à realização final do cenário, o *Land Change Modeler* utiliza as *Cadeias de Markov*, realizando numa primeira fase uma matriz de probabilidades de transição e posteriormente a espacialização do modelo. O modelo poderá, ainda, apresentar um carácter estático ou um carácter dinâmico, em que as variáveis vão sendo recalculadas à medida que vão sendo geradas modelações intermédias. No presente artigo o cenário para 2010 foi gerado com base num modelo dinâmico.

O *Land Change Modeler* gera dois tipos de cenários: rígidos e flexíveis. Os cenários flexíveis caracterizam-se por apresentarem a vulnerabilidade/probabilidade do território à alteração, por seu lado, os cenários rígidos delimitam efectivamente a evolução das classes de ocupação do solo.

4.3.1- Cenário probabilístico de evolução da ocupação do solo para 2010 – Cenário flexível.



Mapa 4- Área com maior probabilidade de ocorrerem alterações à ocupação do solo entre 2000 e 2010, no concelho de Mafra

O mapa 4 representa a probabilidade de alteração do tipo de ocupação do solo entre 2000 e 2010. As áreas representadas a vermelho apresentam uma maior predisposição à evolução do solo, nomeadamente à evolução para a classe *tecido urbano*, uma vez que este é o tipo de ocupação do solo com maior potencialidade de evolução.

A observação do mapa permite concluir que os valores de maior probabilidade de ocorrerem alterações à ocupação do solo registam-se próximo das áreas urbanas de

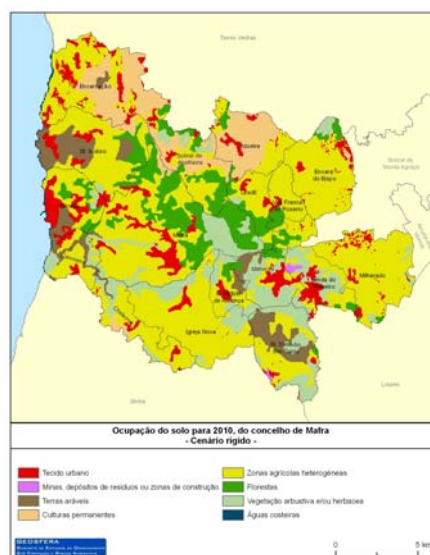
Venda do Pinheiro, Malveira; Mafra; S. Miguel de Alcainça e St. Estevão das Galés. Estes são os núcleos populacionais mais próximos de Lisboa e mais próximos do nó do Auto-estrada da Malveira.

As áreas ocupadas, em 2000, por *vegetação arbustiva e/ou herbácea* são as que registam maior probabilidade de sofrerem evoluções, pelo contrário, é na classe *florestas* que a probabilidade é menor, ocorrendo casos em que a probabilidade é zero.

4.3.2- Cenário da ocupação do solo para 2010, para o concelho de Mafra – Cenário rígido

A cartografia da ocupação do solo para 2010 (ver mapa 5), resultante da cenarização rígida, permite, desde logo, observar um crescimento da área urbana, representando novas áreas de *tecido urbano*, especialmente nas freguesias de Encarnação, Enxara do Bispo e Milharado.

No que concerne ao *tecido urbano* já existente, em 2000, observa-se um crescimento, desta tipologia, nos lugares da Malveira e Venda do Pinheiro.



Mapa 5 - Ocupação do solo do concelho de Mafra para 2010 - Cenário rígido

O crescimento do *tecido urbano* realizar-se-á sobretudo à custa da diminuição das áreas agrícolas heterogéneas.

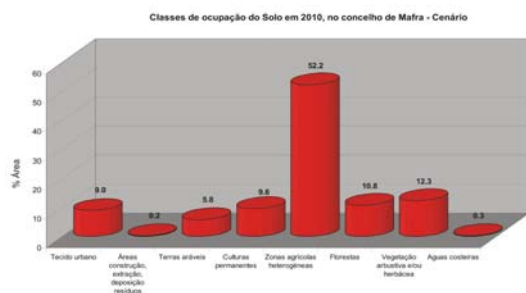


Gráfico 6- Ocupação do solo do concelho de Mafra para 2010 - Cenário rígido

vegetação arbustiva e/ou herbácea ganhará terreno, passando de 12,3 % em 2000 para 12,5 % em 2010. Por seu lado, a classe de ocupação do solo do tipo agrícola heterogênea será a que registará maiores perdas, passando de 54,2 % em 2000 para 52,2 % em 2010.

5. Conclusões

O trabalho vertido neste artigo permite concluir, antes de mais, a importância que estudos dinâmicos de ocupação do solo representam para a elaboração de Instrumentos de Gestão Territorial cada vez mais vocacionados para as análises de territórios, que se reconhece hoje, serem extremamente dinâmicos.

Tal como se pode avaliar pela

análise da ilustração 2, os estudos de ocupação do solo apresentam elevado potencial, e mais valias reais, numa inclusão transversal em âmbito de IGT.

Concretamente no caso de estudo escolhido – o concelho de Mafra – conclui-se que a elevada dinâmica urbana que afectou este concelho nos últimos anos continuará a ser uma realidade num futuro próximo. A perda da classe *terras aráveis*, em detrimento das *áreas urbanas*, remete para problemas estruturais que urge prevenir ao nível das políticas de protecção destas áreas vitais.

Nota-se também que os terrenos incultos têm vindo a aumentar a sua área em detrimento de áreas anteriormente florestadas, o que poderá causar problemas futuros ao nível, por exemplo, de questões como os incêndios florestais ou a especulação imobiliária.

O gráfico 6, por comparação ao gráfico 2, permite observar que, de acordo com o cenário da ocupação do solo para 2010, o *tecido urbano* terá um crescimento de 2,5%, passando a ocupar 9 % do território concelhio de Mafra, também a classe



Ilustração 2 – Os estudos de ocupação do solo nas duas grandes fases de elaboração dos Instrumentos de Gestão Territorial

É nossa convicção que a aposta nas técnicas descritas neste artigo, ou técnicas similares, em muito poderiam auxiliar o processo actual de revisão dos IGT, nomeadamente dos PDM, conferindo-lhes ferramentas muito relevantes de auxílio à tarefa multidisciplinar do ordenamento e planeamento territorial.

6. Bibliografia

CÂMARA MUNICIPAL DE MAFRA (1995) - *Plano Director Municipal de Mafra*.

CÂMARA, A.C. (1994) – *Uso e evolução de usos do solo no concelho de Oeiras – ensaio de cartografia dinâmica e de análise sistémica do território*, trabalho final de Licenciatura em Geografia e Planeamento Regional, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Departamento de Geografia e Planeamento Regional, Lisboa.

DEADMAN, P.; GIMBLETT, R. - *Merging Technologies: Linking Artificial Neural Networks to Geographic Information Systems for Landscape Research and Education*, School of Renewable Natural Resources, University of Arizona.

ENCARNAÇÃO, S. A. (2000) - *Observação da mudança de ocupação do solo por detecção remota, experimentação sobre o sector de Oeiras*, trabalho final de Licenciatura em Geografia e Planeamento Regional, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Departamento de Geografia e Planeamento Regional, Lisboa.

OPENSHAW, S., WYMER, C. (1997) - Chapter 5/6, *Artificial Intelligence in Geography*, Chichester, John Wiley.

PARTIDÁRIO, M. R. (2004) - *Introdução ao Ordenamento do Território*, Universidade aberta, Lisboa.

Resolução do Concelho de Ministros N° 179/95, de 27 de Dezembro de 1995 do Diário da República, N° 297.

A Informação Geográfica da Lisboa Verde. Como mantê-la?

San-Payo, Margarida L.; Poeira, Hugo; Aleixo, Tiago; Marques, Alexandre (DAEV, CML)

PALAVRAS CHAVE: Espaços Verdes, SIG, Sistemas de Informação, Gestão de Espaços Verdes, CML

RESUMO

Um dos sistemas de informação geográfica sectorial que se pretende que integre o SIG organizacional da Câmara Municipal de Lisboa (CML) de forma funcional, é o do Departamento de Ambiente e Espaços Verdes (DAEV), o qual por si só também envolve alguma complexidade.

Há dois anos o DAEV, criou um Núcleo de Informação Geográfica (NIG) com o objectivo não só de organizar e estruturar um conjunto ainda vasto de dados geográficos dispersos pelas várias divisões do departamento, mas também de levar a cabo a concretização de um projecto de Inventário da Estrutura Verde em parceria com o Departamento de Informação Geográfica e Cadastro (DIGC) e com a ESRI-Portugal, empresa com a qual a CML vem estabelecendo protocolos desde 2003.

O desenvolvimento e implementação deste projecto, tem sido uma oportunidade excelente não só de aprendizagem no seio do Departamento de Ambiente e Espaços Verdes nas vertentes da estruturação, partilha e actualização da informação, mas também de avaliação de oportunidades e constrangimentos com a solução tomada em conjunto, há cerca de 4 anos atrás, pelo DAEV, DIGC e ESRI-Portugal.

1. Enquadramento

A implementação de um SIG organizacional como é o caso do da Câmara Municipal de Lisboa exige necessariamente responsabilidades partilhadas dentro da organização para a manutenção e actualização da informação das mais variadas temáticas.

Esta afirmação não é difícil de entender, nem de aceitar se pensarmos que os problemas e as matérias a resolver numa Câmara Municipal são múltiplos e exigem competências várias e áreas de conhecimento específicas.

Assim o desenho de uma arquitectura de um SIG institucional descentralizado, mas que permita a integração e interoperabilidade dos vários subsistemas parece ser a via a tomar [1].

A concretização desta integração e interoperabilidade não é fácil, mas também não deverá ser impossível. É uma tarefa que exige um investimento tecnológico e humano muito grande, uma enorme articulação entre os vários serviços, um investimento grande na partilha e consulta de dados e a participação activa dos responsáveis e dos técnicos operacionais.

A CML há uns anos que vem fazendo um esforço e investimento financeiro muito grande na área dos SIG, não só na disponibilização de dados para consulta dos vários serviços com recurso a acessos via WebGIS, mas também na integração de vários sistemas funcionais. A rentabilização do investimento já realizado deve ser continuada e aumentada, mas tal só será possível se os respectivos repositórios de dados forem mantidos e actualizados.

Estamos em evolução, mas ainda há muito a fazer, nomeadamente no que toca à manutenção e actualização do enorme volume de dados altamente inter-relacionados (topologicamente e não só) das mais variadas temáticas.

Os dados espaciais e não espaciais são dinâmicos e o SIG organizacional da CML deverá conseguir suportar e representar as várias actividades de gestão e a dinâmica da organização.

Não atingida ainda, no entanto, a interoperabilidade e integração desejável dos vários sistemas de informação sectoriais dentro da CML, verifica-se ainda hoje que vários serviços e departamentos utilizam os seus próprios sistemas de informação “caseiros”, recorrendo muitas vezes à mesma temática geográfica de base, gerando conjuntos dados semelhantes que deveriam ser integrados, partilhados e utilizados por todos os utilizadores. Este fenómeno acontece ainda infelizmente dentro dos próprios Departamentos e até mesmo das Divisões.

Assim apesar dos avanços tecnológicos já permitirem teoricamente funcionalidades muito interessantes, há ainda um imenso “trabalho de casa” por fazer por parte dos Departamentos da CML, na definição dos seus requisitos funcionais e interdepartamentais, tendo em vista um bom serviço aos munícipes.

Não se trata aqui naturalmente de apresentar nenhum trabalho de investigação científica, mas sim de transmitir não só a experiência particular do DAEV em matéria de estruturação, partilha e actualização da informação dispersa pelo departamento, mas também descrever resumidamente o projecto de desenvolvimento de uma aplicação para o Inventário da Estrutura Verde, em parceria com o DIGC, com recurso a tecnologia e consultoria ESRI, com os objectivos de integrar esta informação específica directamente no SIG organizacional.

2. O Departamento de Ambiente e Espaços Verdes (DAEV).

Na sua orgânica o DAEV é composto por 5 divisões: Divisão de Jardins, Divisão de Matas, Divisão de Controlo Ambiental, Divisão de Gestão Cemiterial e Divisão de Educação e Sensibilização Ambiental.

As competências das várias divisões são resumidamente as seguintes:

- Divisão de Jardins - Gestão dos jardins municipais, corredores verdes, árvores de alinhamento, estufas municipais e viveiros
- Divisão de Matas – Gestão do Parque Florestal de Monsanto e Grandes Parques e Áreas sob Regime Florestal
- Divisão de Gestão Cemiterial - Gestão técnica e administrativa dos cemitérios municipais
- Divisão de Controlo Ambiental - Prevenção e controlo da poluição atmosférica e da poluição sonora
- Divisão de Educação e Sensibilização Ambiental - Concepção e desenvolvimento de projectos de sensibilização e educação ambiental

Apenas no que respeita aos espaços verdes, o DAEV possui as seguintes principais missões:

- Gerir os espaços verdes municipais;
- Gerir o arvoredo da via pública;
- Gerir o mobiliário e equipamento urbano dos espaços verdes;
- Gerir os espaços de recreio e lazer existentes nos espaços verdes;
- Gerir os meios de apoio à conservação dos espaços verdes, nomeadamente, viveiros, oficinas, parque de máquinas, instalações.

Numa análise mesmo que rápida desta lista facilmente se poderá constatar a multiplicidade de temas necessários inventariar na temática dos espaços verdes e

na estreita relação que estes temas têm com matérias de outros departamentos, entre os quais o do cadastro e património municipal, o da gestão e projecto do espaço público, o do planeamento urbanístico, o das infraestruturas, o do desporto, entre outros.

O tipo de orgânica das várias divisões do DAEV, a par da dispersão geográfica das suas instalações, a deficiente rede da infra-estrutura de comunicações, existente em algumas das divisões, e a difícil partilha e acesso à informação, levou ao longo dos tempos que cada divisão se limitasse a conhecer apenas os espaços da sua responsabilidade, não tendo um acesso fácil a uma visão de conjunto.

Este tipo de funcionamento levou a que cada divisão organizasse no passado, o seu conjunto de dados de forma distinta, muito “virada para dentro”, com recurso a modos diferentes de organização e compilação dos dados geográficos, usando diferentes formatos (DXF e Shapefile), de forma desarticulada com as restantes divisões do Departamento e com a informação alfanumérica guardada em ficheiros Access e/ou Excel dispersos por várias directorias.

Em 2006 em face desta situação e da constatação da necessidade de uma mudança na forma de funcionamento, no sentido de melhorar a gestão dos processos, o Departamento resolveu criar um Núcleo de Informação Geográfica, que pudesse servir de fronteira entre o DAEV e o DIGC concorrendo para a actualização da informação geográfica sectorial do SIG da CML e aproveitando para tal o arranque do projecto de Inventário da Estrutura Verde em parceria com o DIGC e ESRI-Portugal.

3. O Núcleo de Informação Geográfica

Este núcleo de trabalho foi constituído no sentido de desenvolver as seguintes actividades:

- Integrar num só conjunto a informação geográfica (IG) da responsabilidade do DAEV, dispersa pelas várias divisões;
- Organizar um local de partilha na rede informática do DAEV, onde todos os utilizadores pudessem ter acesso a essa informação;
- Identificar as várias camadas temáticas de dados que deveriam constar do modelo de dados conceptual da realidade dos espaços verdes;
- Identificar as características ou atributos mínimos com que deveriam ser caracterizados os vários elementos da estrutura verde da cidade, tendo

em vista a utilização da Informação Geográfica no apoio à gestão e à decisão, no sentido de uma melhoria do serviço a prestar aos municípios em matéria de ambiente e espaços verdes;

- Apoiar nos procedimentos de novos levantamentos necessários de informação geográfica na temática do ambiente e dos espaços verdes (ex: novos espaços identificados, árvores de arruamento e outras entidades interiores à estrutura verde da cidade);
- Articular com o DIGC todos os procedimentos necessários para a actualização da informação a disponibilizar no banco central de dados;
- Coordenar o projecto de desenvolvimento da aplicação pela ESRI-Portugal.
- Promover e desenhar acções de formação específicas na área da informação espacial da estrutura verde e da nova aplicação de inventário da estrutura verde adequada às tarefas que cada técnico deverá desempenhar.
- Promover a sensibilização juntos dos técnicos para a importância da sua participação na actualização da informação e definir claramente com os responsáveis das divisões os vários perfis de utilizadores da aplicação de inventário da estrutura verde.

A estratégia inicial do NIG começou por se centrar na reorganização possível da informação geográfica dentro do DAEV e passar para o exterior depois.

Aliás no momento da constituição do NIG estava em elaboração por parte da ESRI- Portugal o caderno de análise e especificações da aplicação de inventário da estrutura verde e tornava-se necessário ir adiantando algum trabalho. Nesta estratégia inicial preferiu-se atacar o simples e adiar o complexo.

Assim o trabalho deste Núcleo, composto por 1 técnico SIG sénior e 3 técnicos júnior, estes últimos com reduzida formação de base em SIG, mas com uma enorme motivação para aprender e trabalhar, iniciou-se com a compilação e estruturação dos dados dispersos pelas Divisões de Jardins, Matas e Cemitérios e com a sua uniformização quanto aos formatos e às características de base.

Foi construída desta forma uma camada de informação geográfica com a totalidade dos limites exteriores dos espaços verdes cuja gestão é da responsabilidade do Departamento. Identificaram-se cerca de 830 espaços verdes,

num total de cerca de 1360ha, aferiram-se sistematicamente as suas áreas, caracterizaram-se quanto à sua tipologia, tipo de manutenção, divisão responsável e técnico responsável pela fiscalização da manutenção. Procedeu-se ainda à construção de topologia e respectiva correcção de erros.

Em simultâneo iniciou-se um trabalho de levantamento e georreferenciação de árvores de alinhamento num total de 5500 árvores distribuídas por 20 freguesias de Lisboa, trabalho este realizado em articulação com o Instituto Superior de Agronomia por um grupo de 4 estagiárias de arquitectura paisagista.

Paralelamente foi organizado um repositório de dados num servidor com acesso de leitura por parte de todos os técnicos do DAEV. Neste repositório criou-se um conjunto de pastas temáticas com ficheiros .lyr e pmf, respectivamente para utilizadores de ArcView e ArcReader, no sentido de qualquer utilizador poder aceder aos dados de uma forma customizada, com simbologia apropriada e na sua versão mais recente.

Para um total de cerca de 80 técnicos superiores, o DAEV dispõe para sua utilização exclusiva 6 licenças de ArcView flutuantes e 2 licenças de ArcEditor também flutuantes. É apenas com estas duas licenças de ArcEditor que os técnicos do NIG têm a possibilidade de editar directamente no ArcSDE residente no DIGC.

Praticamente todos os técnicos do DAEV têm já instalado nos seus computadores o software ArcReader.

Para além da criação de ficheiros .lyr com apontadores para os dados residentes no servidor do DAEV e da matéria e responsabilidade dos espaços verdes, foram criados outros ficheiros .lyr com informação de base, nomeadamente com limites de freguesia, edifícios, números de polícia, etc. a apontar directamente para o “data center” do DIGC com ArcSDE/Oracle.

Deste modo os técnicos de todas as divisões foram-se familiarizando com os dados partilhados e ao mesmo tempo reconhecendo a importância da sua participação na manutenção da informação e na detecção e correcção de erros, concorrendo para uma melhoria da qualidade da informação.

4. A aplicação de Inventário da Estrutura Verde

4.1 - Contextualização

Desde o momento em que foi identificada a necessidade de uma ferramenta de apoio ao inventário e à gestão da estrutura verde e a tomada de decisão de que esta aplicação deveria ser aplicada a todo o Departamento de forma integrada com o SIG organizacional, passaram-se pelo menos dois anos. Um dos factores que conduziu a este atraso foi a dificuldade em articular as várias divisões do DAEV e em identificar claramente e em tempo útil os requisitos da aplicação de gestão, dada a diversidade e disparidade de procedimentos nas várias divisões responsáveis pelos espaços verdes.

Assim uma aplicação que se pretendia de gestão, passou a ser uma aplicação de inventário, tendo o DAEV acabado por acordar com o DIGC e com a ESRI-Portugal, que seria necessário começar por algum lado, mas que a aplicação agora desenvolvida fosse concebida de tal forma que permitisse num futuro, que se espera próximo, a integração com uma aplicação de gestão dos espaços verdes.

Foi acordado então entre as várias partes envolvidas no processo, que em consequência de todas as vicissitudes ocorridas durante o período de arranque do projecto, o contrato envolveria o desenvolvimento de uma extensão ArcMap para edição e actualização de dados geográficos multi-utilizador, com recuso apenas a duas licenças de ArcEditor existentes no Departamento e de um módulo Web, com base em ArcGis Server, para a edição e actualização da informação alfanumérica relacionada via browser.

Um projecto desta natureza a iniciar nos dias de hoje deveria ter todo o desenvolvimento assente em ArcGis Server permitindo a edição das duas componentes espacial e não espacial via browser.

4.2 - Visão geral da Aplicação

No seu conjunto, a aplicação desenvolvida para o inventário integrado da estrutura verde de Lisboa recorreu às seguintes linguagens e ferramentas: Asp.net 2.0 (componente Web), C# 2.0 (extensão ArcMap), Oracle 10g2 (SGBDR), MS Reporting Services 2005 (produção de relatórios); ArcObjets 9.1 e ArcGIS Server 9.1.

A aplicação que tem a denominação de EvGest (um pouco erradamente, pois é mais de inventário do que de gestão) é composta por duas partes distintas: a) uma componente Web para edição de informação alfanumérica (Fig.1) e que contempla também uma componente de BackOffice; b) uma extensão EvGest para

ArcMap, representada numa Toolbar personalizada que permite a edição dos elementos geográficos directamente em ArcSDE (Fig. 2).

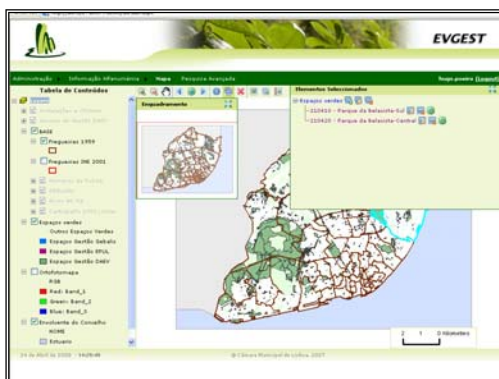


Figura 1 – Módulo Web

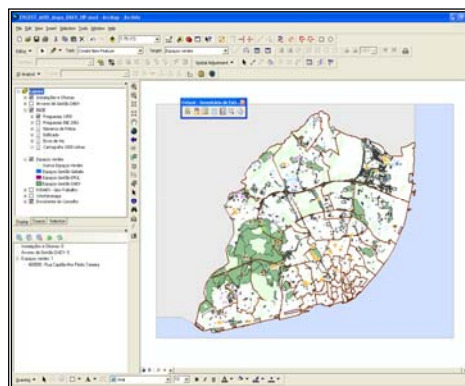


Figura 2 – Módulo ArcMap

A extensão EvGest para ArcMap permite acrescentar as funcionalidades do EvGest (edição da informação geográfica e alfanumérica) às da aplicação ArcMap, permitindo que o utilizador tenha uma maior interacção e controlo sobre esta, utilizando para tal uma aplicação já conhecida.

A componente Web permite ao utilizador ter uma ferramenta simples de usar para a gestão da informação alfanumérica e a partir desta poderá inserir, editar ou remover informação alfanumérica sobre elementos, poderá também associar informação multimédia (imagens, vídeos, pdf's, e outros tipos de formatos), bem como associar informação alfanumérica a elementos geográficos.

A opção de emissão de Relatórios está disponível tanto na aplicação Web como na extensão ArcMap, e permite ao utilizador criar e visualizar relatórios com base na informação geográfica disponível.

A componente de Backoffice destina-se apenas aos utilizadores com características especiais (administradores) e está acessível através no menu principal da aplicação Web e totalmente incorporada com esta.

Nesta componente é possível:

- registar as layers geográficas que se pretendem gerir com o EvGest;
- criar as tabelas complementares das layers geográficas (tabela desnormalizada), às quais se podem ir acrescentando campos (denominadas características dos elementos geográficos) à medida das necessidades e do crescimento do conjunto de dados do DAEV;
- criar a lista de características, que constituem os campos da tabela desnormalizada, definindo o tipo de dados a introduzir (Lista, Numero ou Text);

- registar os utilizadores da aplicação e criar diferentes perfis de acesso e respectivas permissões, utilizando a estrutura LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) da organização, permitindo assim validar apenas os utilizadores definidos em backoffice com um determinado perfil de utilização da aplicação;
- realizar o registo de relatórios para definir quais os relatórios que deverão estar disponíveis para os utilizadores da aplicação.

4.3.- Vantagens e constrangimentos da aplicação

Com o início da utilização do EvGest está a começar a ser possível a actualização multi-posto da informação geográfica do DAEV, permitindo reflectir na medida do possível a dinâmica do Departamento.

A descentralização da actualização da informação que o EvGest permite, é sem dúvida uma enorme vantagem, exigindo aos técnicos uma maior responsabilização.

Não tendo sido possível por parte do DAEV dar a conhecer desde logo todas as entidades e respectivos atributos que deveriam ser contemplados na aplicação, a adopção de uma estratégia de desenvolvimento da aplicação, que permite a adição no sistema de novas características, à medida que elas iam sendo identificadas sendo mostradas numa tabela desnormalizada (que teoricamente nunca é recomendada), constituiu paradoxalmente uma vantagem da aplicação.

Como alguns constrangimentos da aplicação podemos apontar:

- A difícil importação de dados para o sistema global;
- A impossibilidade de criar directamente, via backoffice, novas layers no ArcSDE/Oracle do SIG da CML
- A não integração perfeita da nova informação da estrutura verde com outras aplicações do SIG da CLM, que dela necessitam, exigindo para tal algum trabalho adicional de customização.
- O número limitado de utilizadores em simultâneo, quer para consulta, quer para edição em virtude da capacidade de resposta do servidor que serve aplicação.
- A impossibilidade de editar via browser a informação geográfica.

5. Conclusões

Podemos dizer que o DAEV está a dar os seus primeiros passos para contribuir para a actualização da informação de forma integrada dentro da CML.

O caminho percorrido até agora tem indicado que é muitas vezes preferível começar do simples partindo depois para o mais complexo.

Existem uma série de requisitos iniciais (aplicacionais e de dimensionamento das infraestruturas) que é necessário ter em conta e que muitas vezes não são contemplados. Com a evolução vertiginosa e os elevados custos das soluções SIG comerciais, uma solução adoptada no início de um projecto poderá já não ser a mais adequada aquando da sua concretização. Há assim que pesar muito bem a relação custo-benefício e as alternativas possíveis, nomeadamente a experimentação de soluções *opensouce* e *freeware*.

A realização de acções de formação específicas e o envolvimento dos técnicos na tomada de decisões e na contribuição de resoluções para os problemas é uma matéria aonde há muito para investir.

A complexidade que um SIG organizacional possui, integrando vários sistemas de informação sectorial, exige um conhecimento aprofundado de várias matérias tecnológicas complexas, nomeadamente nas áreas de administração dos sistemas informáticos, na área da gestão da informação, na área das infra-estruturas e das telecomunicações, pelo que o envolvimento dos técnicos com este conhecimento deve ser cada vez mais profundo na implementação de um SIG organizacional de gestão, o que nem sempre acontece.

Referências:

[1] Abrantes, Graça - *Sistemas de Informação Espacial Organizacionais Sustentados, Oportunidades e Constrangimentos*. ESIG2006, IX Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica, USIG, Tagus Park, Oeiras, , 15-17 Novembro de 2006.

[2] Carreira, Duarte; Cardoso, Sandra – *Automatização de Cartografia Temática. Organização da Cartografia Temática no SIG da EDIA*. ESIG2006, IX Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica, USIG, Tagus Park, Oeiras, , 15-17 Novembro de 2006.

<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/geoinformation/projekt-gdi/>

<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/stadtgruen/gris/>

Margarida Laginha San-Payo

margarida.sanpayo@cm-lisboa.pt

Hugo Poeira

hugo.poeira@cm-lisboa.pt

Tiago Aleixo

tiago.aleixo@cm-lisboa.pt

Alexandre Marques

alexandre.marques@cm-lisboa.pt

Câmara Municipal de Lisboa

Direcção Municipal de Ambiente Urbano

Departamento de Ambiente e Espaços Verdes

Núcleo de Informação Geográfica

Avenida 24 de Julho 171 – C 1399-021 Lisboa

Tel: +351 21 391 23 00 Fax: +351 21 397 51 54

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

O essencial para o sector das águas

ESPANHA, Adrianaⁱ; SOARES, Anaⁱⁱ; DINIZ, Carlosⁱⁱⁱ; SOUSA, Catarina^{iv}; REIS, Célia^v; REIS, Pedro Clemente^{vi}; NOBRE, Francisco^{vii}; AFONSO, Gil^{viii}; TOMÁS, Isabel^{ix}; FATELA, Luís^x; GIL, Nuno^{xi}; PAULO, Patrícia^{xii}; JACINTO, Paulo^{xiii}; FERREIRA, Rui^{xiv}; COELHO, Sofia^{xv}; LAGES, Ulisses^{xvi}

RESUMO

A presente comunicação tem como objectivo dar a conhecer alguns conceitos básicos sobre Sistemas de Informação Geográfica (SIG's).

Enquanto comissão especializada da APDA, a Comissão de Sistemas de Informação (CESI), pretende alertar para os aspectos que deverão ser ponderados aquando da implementação de um SIG, quais os objectivos, as vantagens, os custos inerentes, quais os dados fundamentais para retirar proveito do sistema, definição de equipas de projecto e infra-estrutura tecnológica, integração de sistemas e inserção organizacional.

Pretende-se que no final da comunicação os técnicos de entidades gestoras que estão ligados a estas áreas, e os técnicos utilizadores da ferramenta, percebam os conceitos fundamentais inerentes a um SIG.

Palavras-chave: sistemas de informação geográfica, SIG, cadastro, abastecimento, drenagem, resíduos sólidos

-
- i Engenheira Civil, Águas do Algarve, S.A., a.espanha@aguasdoalgarve.pt
 - ii Engenheira do Ambiente, ESRI Portugal, S.A., ana.soares@esri-portugal.pt
 - iii Engenheiro Civil, S. M. de Almada, cdiniz@smasalmada.pt
 - iv Engenheira do Ambiente, Águas do Sado, S.A., csousa@aguasdosado.pt
 - v Engenheira Civil, EPAL, S.A., celiadia@epal.pt
 - vi Engenheiro Electrotécnico, Tecnilab Portugal, S.A., creis@tecnilab.pt
 - vii Engenheiro Civil, Francisco.Nobre@mail.telepac.pt
 - viii Engenheiro Civil, Águas do Cávado, S.A., gil.afonso@aguas-cavado.pt
 - ix Engenheira do Ambiente, Simtejo, S.A., i.tomas@simtejo.adp.pt
 - x Engenheiro Informático, Logica CMG., luís.fatela@logica.com
 - xi Engenheiro do Território, Esri Portugal, S.A., nuno.gil@esri-portugal.pt
 - xii Engenheira Civil, S. M. de Loures, patricia_paulo@smas-loures.pt
 - xiii Engenheiro Civil, S. M. de Sintra, paulo.jacinto@smas-sintra.pt
 - xiv Engenheiro do Ambiente, S. M. de Aveiro, rui.ferreira@smaveiro.pt
 - xv Engenheira do Ambiente, S.M. de Oeiras e Amadora, sicoelho@smas-oeiras-amadora.pt
 - xvi Engenheiro Civil, Aquasis, Lda., ulisses.lages@aquasis.pt

1. Introdução

Pretende-se identificar os objectivos a que um SIG deve responder, as vantagens resultantes de se possuir cadastro informatizado, e ainda uma análise de custos *versus* benefícios como apoio à decisão de implementar um SIG orientado para uma entidade gestora de abastecimento, drenagem e resíduos sólidos urbanos.

1.1 Objectivos (ou potencialidades de um SIG)

A opção de adquirir e implementar um SIG, pode surgir da necessidade de resolver um problema, de melhorar significativamente os níveis de desempenho pretendidos, de partilhar informação associado a dados georreferenciados, entre outros, vindo gradualmente a substituir os registos existentes em papel.

O SIG deve ser adaptado a cada situação e Organização e não ser a Organização a adaptar-se a um Sistema já existente.

2. Análise de Custos/Benefícios

A análise dos custos *versus* benefícios associados à implementação de um SIG apresenta sempre alguma subjectividade, uma vez que embora se possam enumerar de forma relativamente clara os custos, no que respeita aos benefícios, tal já se torna mais complexo, uma vez que nem sempre são mensuráveis.

2.1 Custos

Os custos que mais facilmente se contabilizam são os de aquisição de equipamento e software. Não se pode negligenciar o facto que é necessário proceder à aquisição de dados.

A aquisição de dados muitas vezes é o que onera mais a implementação de um SIG.

2.2 Benefícios

- Conhecimento das infra-estruturas geridas;
- Facilidade de elaboração de mapas (outputs) obtendo ganhos garantidos em termos de imagem;
- Possibilidade de análises de atributos e espaciais;

- Interfaces e ligações a outros Sistemas de Informação de forma a partilhar e otimizar a informação;
- Divulgação da informação na organização;
- Reduzir os tempos de intervenção na rede em caso de rotura;
- Minimizar o impacto de falta de água em clientes críticos (Hospitais, escolas, restauração, ...)
- Redução dos custos (os quais poderão ser quantificados)
- Maior apoio aos processos de selecção e decisão, na medida em que se reduzem os níveis de incerteza.
- Incremento na capacidade de planeamento a médio e longo prazo
- Potencial de melhoria da imagem e da qualidade do Serviço prestado

3. Dados de Base para a Constituição de um SIG

3.1 Introdução

Um SIG não é constituído apenas por pessoas e computadores com software instalado. Uma das condicionantes fundamentais para que se possa retirar o devido proveito de um SIG é os dados de base.

Deverão ser colocadas as seguintes questões, entre outras:

- Quais os dados que não sendo fundamentais deverão constar do SIG de forma a conhecer melhor o produto gerido?
- Qual a informação existente?
- Que informação deverá ser adquirida?
- Que informação pretendemos obter com o SIG?
- Quais os elementos que são fundamentais para a análise dos dados?
- Qual a melhor arquitectura de dados a adoptar?

São as questões fundamentais que tentaremos esclarecer neste capítulo, pretendendo que o utilizador tenha a percepção dos dados que deverá recolher ou adquirir de forma a retirar o melhor proveito de um SIG.

3.2 Dados

Para que um SIG possa efectuar análises de dados é necessário que estes existam. De ter em atenção que é muito importante que se tenha fiabilidade nos dados.

“garbage in \Rightarrow garbage out”

Para poder analisar os dados necessários, teremos de definir *a priori* qual a área de negócio da nossa empresa.

Referir que não se quer dizer com isto que os dados existentes, apesar da sua pouca fiabilidade não devem ser descartados, devem ser aproveitados, sendo afinados com o decorrer da utilização do sistema.

Deverão ser considerados os seguintes dados:

- Dados de base (cartografia, ortofotomapas, toponímia, numeração policial, etc.)
- Sistema de abastecimento de Água
- Sistema de drenagem de águas residuais e pluviais
- Sistema de Resíduos Sólidos Urbanos
- Cadastro industrial

Deve ser estudado com algum cuidado quais os elementos que deverão ser registados em cada uma destas categorias, consoante as necessidades de cada entidade.

Para que se possa dar continuidade à actualização dos dados e conseguir manter um sistema dinâmico e útil à organização é necessária a criação de procedimentos para que o carregamento dos dados no SIG possa ser efectuado de forma semi-automática e com fiabilidade.

4. Infra-estrutura Tecnológica

4.1 Introdução

Pretende-se neste capítulo dar a conhecer a evolução dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), em termos tecnológicos, e as possíveis arquitecturas de implementação capazes de dar resposta às mais diversas necessidades. Focar-se-ão ainda aspectos indispensáveis a ter em conta para o sucesso na implementação dos diversos sistemas.

4.2 Evolução tecnológica

O desenvolvimento dos SIG está intimamente relacionado com o progresso das Tecnologias de Informação (TI). Os SIG foram evoluindo em termos de complexidade ao longo do tempo: desde arquitecturas do tipo mainframe até empresarial, passando por desktop. Os SIG mainframe pertencem a uma realidade já algo distante, pelo que nos focaremos nas outras arquitecturas.

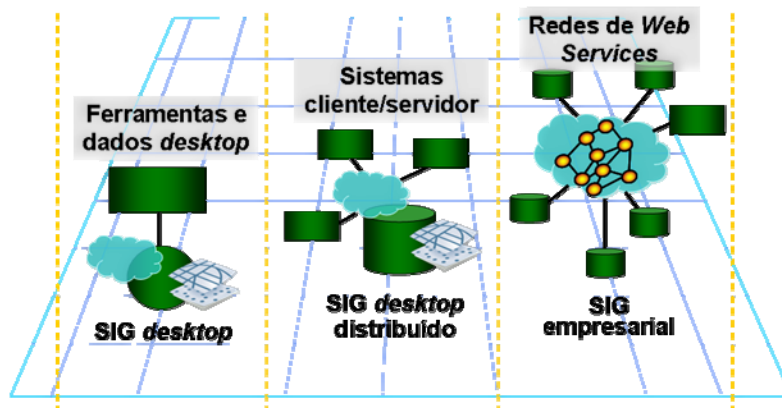


Figura 1 – Evolução dos SIG

4.3 Interoperabilidade

A relação entre a Tecnologia SIG e o resto da infra-estrutura tecnológica da Organização é crucial. É portanto essencial que qualquer solução SIG garanta o suporte e integração do maior número de standards comumente aceites. Para os utilizadores isto traduz-se em compatibilidade com a maioria dos Sistemas Empresariais tais como Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Resource Management (CRM), Enterprise Application Integration (EAI), Work Management Systems, Business intelligence (BI) entre outros.

5. Equipa de Projecto (Recursos Humanos)

Devem ser definidas equipas distintas e com características diferentes em cada uma das fases de vida do SIG, nomeadamente:

- Equipa de projecto
- Equipa de Implementação
- Equipa de Manutenção

6. Implementação e Gestão do Projecto

A concepção, implementação e gestão de um SIG deve ser abordada na perspectiva de gestão de projecto. Deverá ser feita uma caracterização detalhada da natureza do projecto, ciclo de vida, funções do gestor e qualidades pessoais exigíveis ao gestor de projecto.

7. Plano de Inserção Organizacional do SIG

Paralelamente ao desenvolvimento do SIG, é indispensável que se proceda a um conjunto de acções de formação e a uma análise e eventual reestruturação dos fluxos de informação, em uso no seio da entidade gestora e os que são ou venham a ser estabelecidos entre ela e outros com responsabilidades em redes de serviços. De facto, tão importante como constituir um SIG, é definir os mecanismos necessários para que o SIG se mantenha disponível e actualizado.

Neste sentido, considera-se recomendável o desenvolvimento de um conjunto de actividades conducentes à elaboração de um Plano de Inserção Organizacional do SIG na orgânica da entidade gestora.

No âmbito da elaboração do Plano de Inserção Organizacional do SIG deverão ser desenvolvidas as seguintes tarefas fundamentais:

- Diagnóstico da situação;
- Definição dos procedimentos e dos fluxos de informação;
- Definição da estrutura orgânica de suporte ao SIG;
- Acções de formação do Plano de Inserção Organizacional do SIG.

Relativamente ao diagnóstico da situação, deverá ser desenvolvido um conjunto de tarefas no sentido de se conhecerem os procedimentos que actualmente são executados nos seguintes sectores:

- Intervenções na rede (planeadas e não planeadas);
- Projectos de ampliação/remodelação das redes e loteamentos;
- Actualização do cadastro.

Após a elaboração do Plano de Inserção Organizacional do SIG, é indispensável um acompanhamento continuado, para que este seja implementado, de um modo mais eficaz, ajustando alguns procedimentos à medida que estes venham a ser colocados em prática.

8. Integração de Sistemas

8.1 Conceitos e preconceitos

O conceito básico de ‘sistema’ refere-se a um conjunto de componentes relacionados que concorrem para um objectivo comum.

Nas tecnologias de informação, a evolução de conceitos e objectivos apesar de independente da evolução da componente tecnológica, tem sido, na sua aplicabilidade, frequentemente condicionada por ela.

A arquitectura funcional e estrutural dos Sistemas de Informação Geográfica, à semelhança das restantes componentes de sistemas de Informação, evoluiu de uma aplicação monoposto a soluções cliente/servidor ou sistemas distribuídos, em configurações mais complexas, sobretudo devido ao aumento da capacidade de processamento e evolução das redes de comunicação.

A aposta na integração resultou sempre da procura de optimização dos sistemas, aumento de eficiência na utilização de recursos humanos e minimização de custos de gestão e manutenção, com o objectivo final de disponibilizar informação com a melhor relação custo/qualidade.

Dado que a componente tecnológica desempenhou tradicionalmente um factor condicionante no desenvolvimento dos sistemas, constata-se com muita frequência a sobrevalorização dos aspectos técnicos aos aspectos funcionais, ou seja, nos projectos de integração de sistemas, coloca-se o foco essencialmente no dimensionamento de equipamentos e aplicações, secundarizando a estruturação da informação. Este é um preconceito comum.

8.2 Questões e pressupostos

Porquê integrar?

Embora a resposta a esta questão pareça óbvia num cenário de dispersão e especialização das fontes de informação, nem sempre os projectos de integração resultam em mais-valias claras para as organizações, pelo que é fundamental avaliar previamente a sua pertinência.

Integrar informação, ao nível da empresa ou a uma escala global, significa forçosamente a adopção de Normas, regras, modelos ou protocolos que tornem o fluxo de informação eficaz independentemente da tecnologia utilizada e nesse sentido pode significar introduzir profundas alterações nos mecanismos, procedimentos e modelos de gestão da informação na organização, como única forma de garantir o sucesso destes desenvolvimentos.

Quer se trate de sistemas existentes ou a implementar na organização, antes de elaborar o projecto de integração, deve-se garantir pelo menos os seguintes pressupostos fundamentais:

- Avaliar extensivamente os mecanismos de gestão da informação, recursos humanos e materiais actuais.

- Conhecer efectivamente todas as suas estruturas de dados do ponto de vista quantitativo e qualitativo.
- Garantir que os diversos sistemas são integráveis e utilizam protocolos de comunicação padrão.
- Definir com rigor os objectivos a curto, médio e longo prazo.
- Elaborar um estudo de retorno do investimento.

Os dados estruturados e não estruturados só representam de facto informação válida na medida em que respondem de forma eficiente às necessidades da organização e nesse sentido é fundamental construir um modelo de dados global, como suporte à definição dos futuros mecanismos de integração da informação.

A utilização de um modelo global para a organização garante a coerência, integridade, consistência, codificação e desagregação dos dados para que estes possam ser reutilizados adequadamente por todos os sistemas de informação.

Na integração dos diversos sistemas de informação devem ainda considerar-se os seguintes aspectos:

- Deve valorizar-se a componente conceptual e estrutural do modelo de integração.
- O modelo deve ser desenhado tanto quanto possível independente da componente tecnológica, aumentando assim a sua versatilidade e longevidade.
- Deve avaliar-se se algum dos sistemas é preponderante em relação aos restantes.
- Se assim for, será razoável considerá-lo como o repositório principal, caso contrário, resultará melhor a criação de um repositório de informação comum.
- Deve definir-se o projecto de integração numa abordagem de gestão por processos, modificando processos existentes ou desenhando novos processos de suporte.
- Podendo a gestão da informação ser transversal às organizações, envolvendo diversos departamentos, só a definição de processos específicos permite a criação de mecanismos de gestão e controlo adequados.
- Simplificação da infra-estrutura e mecanismos de suporte.

- Com o objectivo de garantir a operacionalidade dos mecanismos de integração, independentemente da evolução dos diversos componentes, é fundamental simplificar os procedimentos a adoptar.
- Envolvimento dos agentes produtores de informação.
- A procura na melhoria da eficiência dos sistemas e processos deve envolver forçosamente os colaboradores como uma componente fundamental deste projecto.

A integração dos sistemas traduz-se em inúmeras vantagens para a organização, das quais se destacam as seguintes:

- Procedimentos de gestão da informação mais eficientes.
- Mecanismos de produção e manutenção da informação, mais especializados.
- Maximização da protecção da informação e minimização da redundância.
- Maior escalabilidade e versatilidade.
- Redução de custos relacionados com infra-estrutura de suporte.
- Optimização dos recursos humanos.

Os dados não são informação e informação não é conhecimento.

Um projecto de integração de sistemas bem equacionado permite aumentar a qualidade, disponibilidade e protecção dos dados como suporte à criação e gestão da informação, revelando simultaneamente à organização o seu bem mais valioso, ou seja, o seu conhecimento.

9. Conclusão

Pretende-se que os principais intervenientes no sector das águas tenham um conhecimento mais específico sobre o que é um sistema de informação geográfica, quais as mais-valias que ele representa para uma entidade gestora, e que esforços são necessários desenvolver para obter uma ferramenta cada vez mais indispensável para uma boa gestão das infra-estruturas.

Adopção de Sistemas de Referenciação Geográfica Globais

José Alberto Gonçalves

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Rua do Campo Alegre, 687, 4169-007 Porto,

jagoncal@fc.up.pt

RESUMO

Com a popularização de sistemas de referenciação geográfica globais há grande interesse em usá-los para substituir a grande diversidade de sistemas antigos na produção de cartografia e informação geográfica. Em Portugal e no resto da Europa foi adoptado o sistema ETRS89 que trará grandes simplificações aos utilizadores. Foi definida para Portugal uma projecção cartográfica semelhante às anteriormente usadas. Este artigo aborda os métodos para conversão de informação antiga para o novo sistema, concretamente através de um método baseado em grelhas que permite uma precisão compatível com as escalas grandes. Discute-se também a forma de o implementar e cuidados a ter na fase de adaptação ao novo sistema de coordenadas.

Palavras chave: Sistema de Referenciação Geográfica, ETRS89, PT-TM06, Datum local, Projecção cartográfica, Transformação de coordenadas.

1. Introdução

A componente espacial da informação geográfica (IG) é normalmente referenciada em sistemas de coordenadas resultantes de projecções cartográficas (PCS, da expressão inglesa “Projected Coordinate System”). Uma projecção cartográfica tem uma definição matemática exacta, pelo que a conversão entre um PCS e o correspondente sistema de coordenadas geográficas (GCS, do inglês “Geographic Coordinate System”) não oferece dificuldades.

A integração de conjuntos de dados em diferentes sistemas de referenciação geográfica requer conversões de coordenadas. Atendendo a que os GCS envolvidos estarão, normalmente, em diferentes *data* geodésicos, as conversões de coordenadas terão de lidar com essas duas vertentes: projecção e datum. Habitualmente os programas de SIG armazenam, para cada datum geodésico, a

sua forma de conversão para um datum global. Assim uma transformação completa entre dois sistemas de coordenadas cartográficas envolverá os passos descritos na figura 1: primeira projecção cartográfica (inversa), conversão para datum global, conversão para novo datum local, segunda projecção (directa).

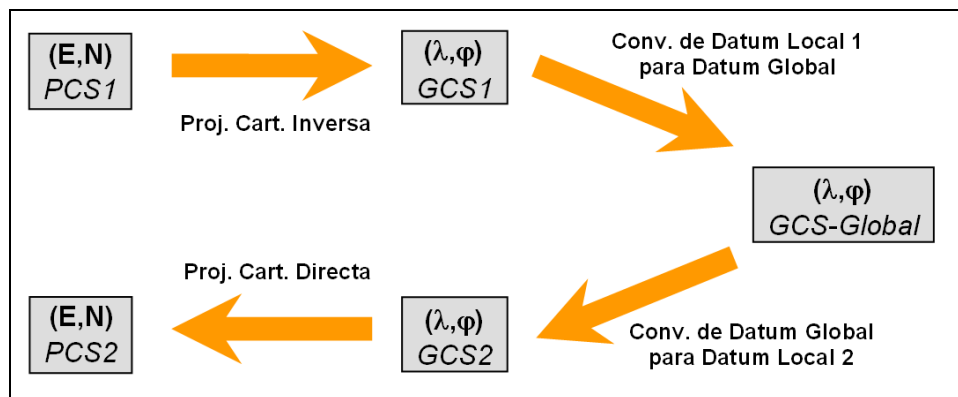


Figura 1 – Sequência de passos envolvidos numa conversão de coordenadas entre dois sistemas de coordenadas cartográficas (E,N). λ e φ são coordenadas geográficas.

Um programa que seja usado mundialmente e tente satisfazer as necessidades da generalidade dos utilizadores deverá fornecer um número muito grande de possibilidades, o que facilmente lança confusão nos utilizadores. Cita-se por exemplo o caso do programa ArcGIS que, na versão 9.1, permite a escolha de 297 sistemas GCS e 1084 sistemas PCS correspondentes a grelhas nacionais (excluindo os Estados Unidos da América, nos dois casos). No caso de Portugal encontramos 7 sistemas GCS e 5 sistemas PCS, exclusivos do território nacional, o que facilmente dificulta a utilização por parte de utilizadores menos conhecedores dos detalhes da Geodesia e das projecções cartográficas.

Acresce a este problema o facto de que um mesmo datum pode ter várias fórmulas de conversão (por exemplo para diferentes regiões). Um exemplo disso é o datum Europeu 1950 (ED50), que apresenta 38 variantes, para locais tão afastados como a Irlanda e o Irão, por exemplo. Em termos práticos comportam-se como diferentes *data*, aumentando ainda mais a dificuldade de utilização.

Com a popularização dos sistemas de navegação por satélite (GNSS, Global Navigation Satellite Systems) os sistemas de coordenadas baseados num datum global tornaram-se facilmente acessíveis. Frequentemente os utilizadores de IG usam essas técnicas para aquisição de informação, assim como as instituições produtoras de cartografia tendem a adoptar sistemas baseados num datum global. Não há por isso qualquer vantagem na utilização de sistemas de coordenadas

baseados num datum local, que não a de compatibilização com cartografia e IG mais antigas. Como veremos, a manutenção de sistemas antigos, para além da confusão introduzida, acarreta potenciais introduções de erros significativos nas conversões de coordenadas. É, por isso, de todo o interesse que a componente espacial da IG passe a ser baseada em sistemas de coordenadas globais, que trarão grandes vantagens para a generalidade dos utilizadores. Este artigo aborda cuidados a ter e metodologias a seguir para a adopção de um datum global e transformação de dados em sistemas antigos.

1.1. Datum global – WGS84 e ETRS89

A designação WGS84 (World Geodetic System – 1984) é reconhecida pelos utilizadores de IG como o sistema de referência associado ao sistema de posicionamento GPS (Global Positioning System). Ele é materializado por um conjunto de estações IGS (International GPS Service for Geodynamics) distribuídas por todo o planeta [1]. Devido essencialmente a efeitos de geodinâmica as coordenadas variam, tendo velocidades da ordem do centímetro por ano, mesmo nos locais mais estáveis. Este facto torna o sistema WGS84 inconveniente para fins de apoio topográfico que requeira grande exactidão posicional, pelo que é habitual fixá-lo para uma dada época. Concretamente para a Europa estabeleceu-se o sistema designado por ETRS89 (European Terrestrial Reference System – 1989) que coincide com o WGS84 em 1989 [2]. Ele é materializado por um conjunto de estações fixadas na placa euro-asiática, que é bastante estável [2, 3]. Actualmente a diferença é de cerca de 25 cm, não tendo grande impacto no posicionamento exigido para a generalidade de aplicações de IG. Como tal, num grande número de aplicações poderão ser os dois sistemas considerados indistintos.

Em Portugal o Instituto Geográfico Português (IGP) adoptou este sistema para servir como datum geodésico de base nacional, substituindo o datum 73 (D73) e o datum Lisboa (DLX). A rede geodésica de 1ª e 2ª ordem foi toda observada com GPS, tendo as coordenadas dos vértices sido calculadas no sistema ETRS89 [4]. Essa informação é disponibilizada gratuitamente pelo IGP através do seu endereço oficial na internet [5].

O ETRS89 foi adoptado também por todos os países europeus, permitindo substituir o datum europeu (ED-50), que tinha uma fixação por observação astronómica em Potsdam, na Alemanha. A ligação geodésica entre os diferentes países europeus torna-se agora muito mais simples.

1.2. Projecção nacional do datum ETRS89 (Sistema de coordenadas PT-TM06)

A elaboração de cartografia, assim como o armazenamento de IG, baseadas no datum global ETRS89 requeriam uma projecção cartográfica. Poderia ter-se adoptado uma projecção standard como a UTM, fuso 29N, contudo esse facto traria problemas na continuidade da produção das diferentes séries cartográficas nacionais, devido ao seccionamento de folhas.

O IGP estabeleceu uma projecção de forma a gerar coordenadas semelhantes às coordenadas resultantes da projecção de Gauss, quer do D73, quer do DLX. A projecção, que é agora desinada “PT-TM06”, tem a seguinte definição [5]:

DatumETRS89
 ElipsóideGRS80
 Projecção*Transversa de Mercator*
 Longitude do meridiano central.....08° 07' 59.19"W
 Latitude do ponto central:.....39° 40' 05.73"N
 Factor de escala no meridiano central:1.0000
 Translaccção de origem:..... $\Delta X=0\text{ m}$, $\Delta Y=0\text{ m}$

As coordenadas cartográficas geradas desta forma apresentam diferenças para as coordenadas antigas Hayford-Gauss D73 (HGD73) cujos comprimentos (módulo do vector diferença) atingem no máximo 6.6 metros. Essas diferenças aumentam do centro do país para o exterior, como se indica na figura 2, que representa isolinhas dessas distâncias. A figura representa também as isolinhas das diferenças entre coordenadas HG-DLX e TM06, que neste caso atingem 8 metros.

O sistema PT-TM06 está já a ser usado na série cartográfica de escala 1:50.000 produzida pelo IGP. O Instituto Geográfico do Exército (IgeoE) adaptou também o sistema de coordenadas usado na elaboração da série cartográfica de escala 1:25.000, nas edições a partir de 2001 [6]. A nova projecção é em tudo semelhante à TM06, diferindo apenas no facto de usar uma translaccção de origem de 200 Km em X e 300 Km em Y, tal como era anteriormente feito com o datum

Lisboa. A outra diferença importante é que é usada, para o datum de base, a designação WGS84 e não ETRS89. Tal como foi já referido atrás o impacto numa escala como esta é praticamente nulo. Duma forma geral o efeito da mudança para o novo sistema de coordenadas será irrelevante na versão impressa da carta.

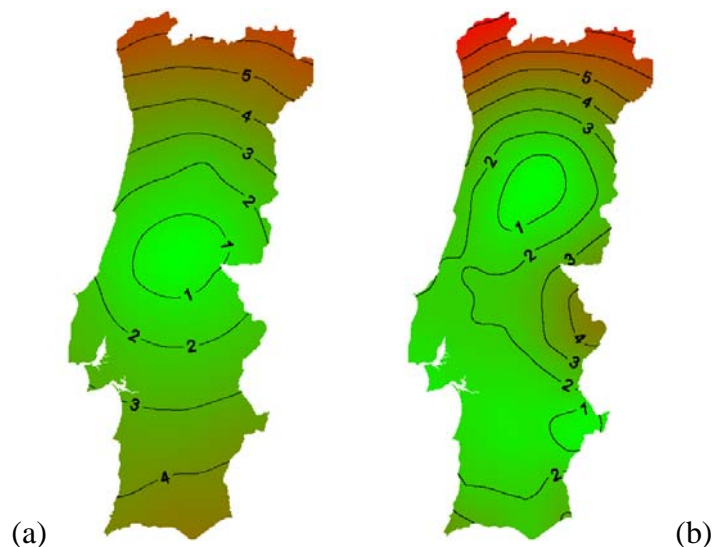


Figura 2 – Diferenças (módulo do vector diferença) entre coordenadas cartográficas: (a) HGD73 - TM06, (b) HGDLX - TM06

Uma vantagem do uso de sistemas de projecção muito semelhantes pelo IgeoE e pelo IGP traz uma compatibilidade bastante melhor entre a IG produzida pelas duas instituições, já que entre os dois sistemas existe apenas uma translação constante. Não era isso o que acontecia anteriormente com o uso de dois *data* diferentes (D73 e DLX).

2. Conversões de coordenadas tradicionais em SIG

Os programas de SIG usam frequentemente a transformação de Bursa-Wolf para conversão de datum. Trata-se de uma transformação em coordenadas cartesianas tridimensionais, fazendo uso de um conjunto de 7 parâmetros, que envolvem translação, rotação e efeito de escala. Esses parâmetros são normalmente calculados pelas instituições responsáveis pela Geodesia nos diferentes países. Em Portugal o IGP determina para cada datum local os parâmetros que o relacionam com um datum global, permitindo assim qualquer conversão. Os parâmetros são fornecidos pelo IGP na sua página oficial e são habitualmente incorporados pelos produtores de software. Os parâmetros fornecidos pelo IGP para conversão de DLX e D73 para ETRS89 estão dados na tabela 1:

Tabela 1 – Parâmetros de conversão de datum73 e datum Lisboa para ETRS89 [5]

Datum	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)	R_X (“)	R_Y (“)	R_Z (“)	S (ppm)
D73	231.034	-102.615	-26.836	+0.615	-0.198	+0.881	-1.786
DLX	282.066	72.188	-119.953	-1.529	+0.145	-0.890	+4.458

Encontram-se duas convenções opostas relativas de sentido positivo das rotações. Elas são normalmente identificadas nos programas de língua inglesa por “Coordinate frame rotation” (a usada na tabela) e por “Position Vector” [7]. A alteração de uma para a outra faz-se através da troca de sinal dos parâmetros de rotação.

Os parâmetros de translacção e rotação acomodam a diferença de orientação e posição do elipsóide local relativamente ao elipsóide do datum global, que são devidas à ondulação do geóide e ao desvio da vertical no ponto de fixação do datum local por observação astronómica. Contudo não conseguem modelar as deformações locais que podem estar presentes numa triangulação geodésica. A fim de testar a adequação dos parâmetros nacionais fez-se um estudo usando os 118 pontos da rede geodésica de 1ª ordem. Usou-se para tal as coordenadas geográficas ETRS89 e cartográficas nos dois *data* locais, que são fornecidas pelo IGP. Transformaram-se as coordenadas ETRS89 para datum local e determinou-se o resultado da diferença para os valores conhecidos. A tabela 2 apresenta a estatística das diferenças nas duas coordenadas para os dois *data* locais:

Tabela 2 – Estatística dos erros das transformações de 7 parâmetros (ETRS89 para datum local)

	Datum 73		Datum Lisboa	
	eX (m)	eY (m)	eX (m)	eY (m)
Mínimo	-1.42	-1.28	-4.32	-4.29
Máximo	+0.71	+0.57	+4.47	+3.08
Média	-0.04	-0.11	-0.45	-0.13
Desv. Padrão	0.43	0.42	1.47	1.63

No caso do D73, temos 95% dos pontos com erro linear inferior a 1.13 m, enquanto que no DLX, 95% dos pontos têm erro linear inferior a 4.1 m. Estes erros são elevados e facilmente se pode concluir, através de uma representação gráfica de vectores de erro, que apresentam tendências sistemáticas que a não modeladas pela transformação de 7 parâmetros. Ela é pouco adequada para

aplicações que requeiram precisão posicional elevada (por exemplo cartografia urbana de escala 1:1000), pelo que os utilizadores deverão estar alertados para este facto e deverão recorrer a métodos de conversão mais rigorosos, sempre que necessário.

Um método possível consiste no uso de pontos de controlo na zona de trabalho (por exemplo os vértices geodésicos) para determinar transformações polinomiais locais. Alternativas com carácter mais sistemático e aplicáveis por uma formulação única a grandes regiões são preferíveis. São de considerar as transformações polinomiais de grau superior a 1 ou as transformações baseadas em grelhas. Este último método foi implementado para Portugal no âmbito deste trabalho e encontra-se descrito na secção seguinte.

3. Conversões de coordenadas com base em grelhas

A conversão de datum é essencialmente uma transformação planimétrica, que requer a determinação de diferenças de latitude e longitude. Dispondo de duas grelhas regulares (uma para cada coordenada) de diferenças, os valores de $\Delta\lambda$ e $\Delta\phi$ podem ser calculados em qualquer ponto através de uma interpolação bilinear. As grelhas deverão ser geradas a partir das diferenças de coordenadas nos pontos da rede geodésica.

Este método é o usado nos EUA para conversão entre os *data* NAD27 e NAD83 [8]. Faz uso de grelhas em coordenadas geográficas, com espaçamento de 0.25 graus e que cobrem as diferentes regiões contíguas. É normalmente referida como a conversão NADCON (Conterminous US), por exemplo no programa ArcGIS e na biblioteca PROJ.4. Outros países, como o Reino Unido ou a Espanha, por exemplo, têm implementado metodologias deste tipo [7, 9].

Neste trabalho pretendia-se gerar grelhas de conversão para os *data* nacionais (DLX e D73) e avaliar a precisão dessas transformações. Foram usados 118 pontos da rede geodésica de 1ª ordem, para os quais são conhecidas as coordenadas ETRS89, D73 e DLX. As grelhas foram geradas para o território nacional (10°W - 6°W, 36.5°N - 42.5°N), com espaçamento de 0.02 graus, utilizando o método de curvatura mínima, como sugerido pelo US National Geodetic Survey [8], e foi criado um programa para, dado um ponto em

coordenadas geográficas, calcular a transformação local de datum, por interpolação bilinear. Os pontos da rede de 2º ordem (total de 826) foram usados para verificação. Encontraram-se diferenças cujas estatísticas se apresentam na tabela 3.

Tabela 3 – Estatística dos erros da transformação por grelha (ETRS89 para datum local)

	Datum 73		Datum Lisboa	
	eX (m)	eY (m)	eX (m)	eY (m)
Mínimo	-0.27	-0.46	-0.65	-0.56
Máximo	+0.46	+0.36	+0.81	+0.56
Média	+0.00	-0.01	+0.00	-0.01
Desv. Padrão	0.07	0.07	0.13	0.12

Como se pode observar a transformação tem uma precisão decimétrica, sendo melhor no caso do D73. Esta transformação é muito mais adequada que a transformação de Bursa-Wolf para as aplicações que requerem uma exactidão posicional mais rigorosa.

4. Aspectos a considerar na migração de IG para o sistema PT-TM06

É de todo aconselhável a adopção do novo sistema de coordenadas, quer em termos de simplificação de procedimentos, quer no aumento de precisão. Contudo, para a generalidade dos utilizadores deverá ser necessário passar pelo processo de conversão de toda a informação antiga, o que obriga a cuidados especiais. Atendendo à proximidade dos valores de coordenadas projectadas HG-D73 e TM06 não é possível determinar se um ficheiro já passou pelo processo de conversão, a não ser através da manutenção dessa informação como metadados, na componente de identificação da referência espacial.

Outro problema a ter em conta é como lidar com alguns ficheiros, como os desenhos de CAD ou ortoimagens, que poderão não ser transformáveis pelas mesmas ferramentas que transformam bases de dados geográficas vectoriais. Atendendo a que muitos utilizadores gerem informação para regiões de relativamente pequena dimensão, como por exemplo um concelho ou uma associação de municípios, podem ser admitidas simplificações, sem perda de rigor. A mudança de sistema numa pequena região, digamos até uma dimensão de

20 km, traduzir-se-á essencialmente numa translacção. A simplificação consistirá em determinar a translacção média para a região e, após verificar que dentro da precisão dos dados ela pode ser considerada constante, aplicá-la como uma simples translacção (um comando “MOVE” nos programas de CAD). A título de exemplo no concelho de Lisboa, a consideração da translacção média origina erros máximos sempre inferiores a 10 cm. Esta abordagem poderá ser válida, em regiões com a dimensão de um município e para dados cartográficos de grande escala, como as plantas de escala 1:1000.

Um outro aspecto prático a considerar é a incorporação do método de transformação por grelhas no software SIG habitualmente usado pelos utilizadores. O programa criado no âmbito deste trabalho apenas faz a conversão de ficheiros de texto, não sendo adequado para lidar com informação geográfica previamente estruturada em diferentes formatos. É de todo o interesse incorporar esta transformação nos pacotes de software vulgarmente usados. No caso por exemplo do ArcGIS não é, numa primeira análise, disponibilizada ao utilizador uma forma de customização de sistemas de coordenadas baseados em grelha. Contudo, atendendo a que exactamente esse método é usado para conversões nos EUA, deverá haver por certo forma de efectuar essa customização.

Recorrendo a standards “open-source”, como é o caso da biblioteca PROJ.4, é possível definir uma grelha de diferenças de coordenadas em ficheiro de texto e recompilar o programa CS2CS, que efectua essa transformação [10]. Atendendo a que diversos programas fazem uso dessa biblioteca (Manifold, GV-Sig, e outros) este procedimento poderá ser incorporado facilmente nos métodos de trabalho de muitos utilizadores de IG.

Em termos práticos poderão colocar-se alguns problemas ao usar métodos alternativos de transformação de coordenadas, como, por exemplo, a violação de regras topológicas de conectividade, por exemplo ao transformar dados contíguos, em ficheiros diferentes. O método baseado em grelhas não deverá ter esse problema já que o processo de interpolação bilinear dá origem a uma função contínua.

Conclusões

Este estudo abordou essencialmente dois aspectos. O primeiro refere-se à adopção do sistema de referenciação nacional PT-TM06 baseado no datum ETRS89. Há toda a vantagem para os utilizadores em o adoptarem, quer pela facilidade de incorporação de outros dados, por exemplo vindos de levantamento GPS, quer pela não introdução de erros em conversões de coordenadas

O segundo aspecto relevante é o da utilização de técnicas de conversão de coordenadas, necessárias na fase de adaptação ao novo sistema de coordenadas, baseadas em mudança de datum por grelha. A precisão que alcançam na conversão dos sistemas de coordenadas portuguesas é muito superior à transformação de Bursa-Wolf (erros da ordem do decímetro contra erros de metros) normalmente disponibilizada pelos programas de SIG no nosso país.

Referências

- [1] NGA – National Geospatial Agency, 2000. NIMA Technical Report 8350.2; 3rd edition; amendment 1; 3 January 2000, "Department of Defense World Geodetic System 1984 - Its definition and relationships with local geodetic systems",
- [2] Altamimi, Z. e C. Boucher, 2001. The ITRS and ETRS89 Relationship: New Results from ITRF2000, Report on the Symposium of the IAG Subcommittee for Europe (EUREF), Dubrovnik, 2001.
- [3] EUREF, 2007. European Terrestrial Reference System 89 (ETRS89) web site: <http://etrs89.ensg.ign.fr/en>. Visitado em Março de 2008.
- [4] Vasconcelos, M, Botelho, H., Kol, H. e Casaca, J., 2007. The Portuguese Geodetic Reference Frames.. XXIV IUGG General Assembly.. Perugia, Italia, June 2007.
- [5] IGP, 2008. Instituto Geográfico Português: <http://www.igeo.pt>. Visitado em Março-2008.
- [6] IGeoE, 2008. Instituto Geográfico do Exército. <http://www.igeoe.pt>. Visitado em Março-2008.
- [7] OSGB – Ordnance Survey, 2007. A Guide to Coordinate Systems in Great Britain. Web site <http://www.ordnancesurvey.co.uk/> (Visitado em Março-2008).
- [8] US National Geodetic Survey, 2003. Geodetic Toolkit NADCON. Web page: http://www.ngs.noaa.gov/PC_PROD/NADCON/. (Visitado Março-2008).
- [9] Gonzales-Matesanz, J., Dalda, A., Quirós, R., Celada, J. ED50-ETRS89 Transition models for the Spanish Geodetic Network. Report on the Symposium of the IAG Subcommittee for Europe (EUREF), Toledo, 4 - 7 June 2003.
- [10] PROJ, 2007. PROJ.4 - Cartographic Projections Library web site: <http://www.remotesensing.org/proj/> (Visitado Março-2008).

Recolha de Dados Geográficos Digitais de Arruamentos e Respectivos Endereços Postais, para actualização da Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) do Instituto Nacional de Estatística (INE), para os Censos de 2011

MENDES, Miguel; MONTEIRO, Astride; FREITAS, Tiago

Palavras-chave: Dados Geográficos Digitais de Arruamentos e Endereços Postais, BGRI, Censos de 2011

RESUMO

O projecto de Recolha de Dados Geográficos Digitais de Arruamentos e Respectivos Endereços Postais, a fornecer ao Instituto Nacional de Estatística (INE), é o resultado de um trabalho desenvolvido pela empresa Geoglobal desde o início de 2003 até à actualidade. Para o fornecimento de uma base de dados desta natureza, a Geoglobal efectuou um processo de normalização de atributos da base de dados cartográfica da rede viária (por concelho) que já possuía, e actualizou-a com informação provida de outros projectos cartográficos, entretanto realizados. Para os concelhos que não foram alvo de actualizações, foi realizada uma melhoria da rede viária, através da utilização de técnicas de restituição de cartografia sobre ortofotomapas de alta resolução, seguindo normas específicas de desenho dos arruamentos e, posteriormente, foi efectuada uma completagem de campo. Todos os eixos desenhados para este projecto servirão de apoio para a delimitação de novas secções e subsecções do INE. Os dados geográficos a fornecer ao INE irão possibilitar a criação da nova Base de Dados Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI), informação esta que servirá de base para a realização do novo Recenseamento Estatístico para o território nacional, a efectuar em 2011 (Censos de 2011).

INTRODUÇÃO

Neste *paper* pretende-se apresentar o projecto realizado pela Geoglobal na aquisição dos dados que serão fornecidos para a Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) do Instituto Nacional de Estatística (INE). Neste documento serão expostas as metodologias de trabalho usadas na sua recolha em gabinete, as técnicas de recolha de dados em campo, as características e os modelos de dados, a precisão na restituição dos dados cartográficos e as suas datas de produção.

A BGRI, na sua definição geral, é o sistema de referenciação da informação suportado em informação cartográfica (ou ortofotocartográfica), em formato digital e usado para todo o território nacional. Permite fazer a divisão de cada unidade administrativa de base, a freguesia, em pequenas áreas estatísticas - secções e subsecções estatísticas. A BGRI, que contém os dados estatísticos dos censos de Portugal, fornece informação de suporte a todos os ramos de actividade do país, desde instituições públicas a entidades privadas.

A actualização da BGRI representa um projecto de elevado interesse para todas as organizações que trabalham diariamente com informação geográfica, pois esta mesma base de dados representa o alicerce para a realização do novo Recenseamento Estatístico Nacional – os Censos de 2011.

METODOLOGIA DE TRABALHO

Base de Partida do Projecto

O fornecimento de uma base de dados desta natureza ao INE envolve o levantamento integral de todos os eixos urbanos e não urbanos dos concelhos de Portugal Continental, Açores e Madeira. A Geoglobal dispõe, à partida, de uma Base de Dados Cartográfica de Referência, na qual contém informação detalhada da rede viária nacional: nome de rua; números de polícia de início e fim de segmento; tipo de pavimento; sentidos; viadutos; limite urbano das localidades. Esta base de dados será alvo de tratamento e de normalização de eixos viários e respectivos atributos para, posteriormente, ser fornecida ao INE.

A metodologia utilizada no levantamento integral de todos os eixos urbanos e não urbanos dos concelhos de Portugal Continental, Açores e Madeira teve a sua fase inicial em gabinete. Foram utilizadas técnicas clássicas de restituição de cartografia, com a digitalização dos eixos de via sobre ortofotomapas de alta resolução.

Após a digitalização da totalidade dos eixos de determinado concelho, estes foram exportados para equipamentos digitais PALM OS e enviados para o terreno para respectiva completagem. Todos os elementos que, por estarem encobertos não tenham sido representados foram cartografados através de trabalho de campo. Foi ainda nesta fase que se procedeu à identificação dos números de polícia e à

Recolha de Dados Geográficos Digitais de Arruamentos e Respectivos Endereços Postais, para actualização da Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) do Instituto Nacional de Estatística (INE), para os Censos de 2011 889
recolha da toponímia, com uma ferramenta desenvolvida pela Geoglobal – a aplicação GeoNavega.

Quando terminou a completagem de campo todos os dados recolhidos foram tratados novamente em gabinete. Todas as fases de levantamento cartográfico foram sujeitas a um controlo de qualidade rigoroso por amostragem, e refeitos sempre que apresentavam erros ou omissões superiores a 3% da amostra. No final do processo, ficou garantida a ausência de erros topológicos e de descontinuidades em elementos lineares.

O processo de levantamento de campo da rede nacional de eixos viários teve o seu início em 2003 e terminou em Fevereiro de 2006. Estiveram envolvidos cerca de 50 operadores de campo, 25 viaturas e respectivos equipamentos. Nesta fase foram levantados mais de 1.700.000 eixos viários e percorridos mais 2.000.000 de quilómetros.

Paralelamente a todo o procedimento descrito anteriormente, existe um processo contínuo de actualização da rede viária nacional, por concelho, que será também integrado nos Dados Geográficos Digitais de Arruamentos e Respectivos Endereços Postais.

Dados Geográficos Digitais de Arruamentos e Respectivos Endereços Postais

Os **Dados Geográficos Digitais de Arruamentos e Respectivos Endereços Postais**, que corresponde à base de dados cartográfica a fornecer ao INE, compreendem todos os seguintes atributos: **topónimo da via**, **número de porta**, lote e/ou nome de edifício e **códigos postais** de 7 dígitos

O projecto de Recolha de Dados Geográficos Digitais de Arruamentos e Respectivos Endereços Postais para o INE foi dividido em quatro fases:

- **Fase preparatória** – Preparação de base de dados de trabalho;
- **Primeira fase** – Actualização cartográfica e alfanumérica.
- **Segunda fase** - Ligação entre concelhos, correcção de erros de conectividade e tratamento dos campos dos atributos.
- **Terceira fase** - Normalização da base de dados
- **Quarta fase** - Entrega do projecto

Fase preparatória – preparação de base de dados de trabalho;

O projecto iniciado em 2003 e terminado em 2006 permitiu-nos construir a **Cartografia base** da Base de Dados de Referência da Geoglobal. Entende-se por **Cartografia Base** o levantamento de eixos viários em localidade de diâmetro superior a 200 metros, recolhidos entre os anos de 2003 e início de 2006. Esta cartografia é composta por eixos de via, classificados com endereço postal: topónimo da via (tipo e designação); número de porta, lote e/ou nome de edifício (mínimo e máximo à esquerda e à direita); Códigos postais de 7 dígitos.

Paralelamente a todo este processo de levantamento de arruamentos, têm vindo a ser executados outros projectos de cartografia de alta resolução. Esta cartografia

(**Cartografia Detalhada**) tem sido utilizada para uma actualização e melhoria dos dados da Cartografia Base. Esta informação foi obtida e verificada por técnicas de fotogrametria digital, com recurso a voos de alta resolução actualizados à data do levantamento de campo. Apresenta um conjunto mais alargado de temas (*layers*) de informação: cartografia 2D; eixos viários; limites interiores e exteriores de passeio; limites de edifícios; toponímia dos arruamentos (eixos de via); zonas verdes; zonas de água; rede ferroviária; etc.

A fase preparatória do projecto apresenta-se como uma das mais importantes fases de todo o processo de fornecimento de dados cartográficos ao INE, pois será feita uma verificação de toda a Cartografia Detalhada por concelho, ou seja, de cartografia que já foi alvo de actualização em outros projectos. Por fim, a cartografia é exportada por concelho para uma nova base de dados.

Primeira fase – actualização cartográfica e alfanumérica.

Feita a verificação da cartografia entretanto actualizada para outros projectos, são integradas na cartografia base a entregar ao INE as actualizações existentes de eixos urbanos e não urbanos. Caso não existam actualizações, desenham-se os eixos mais estruturantes, ou seja, os que apresentam significância na elaboração das secções e subsecções estatísticas, e são preenchidos o maior número de atributos possíveis de actualizar.

Segunda fase - Ligação entre concelhos, correcção de erros de conectividade e tratamento dos campos dos atributos.

Nesta fase são realizadas as seguintes tarefas: ligação entre concelhos do mesmo distrito e concelhos dos distritos adjacentes, garantindo a integridade dos eixos de via. Esta integridade tem também em consideração: a toponímia dos eixos viários; validação da conectividade dos eixos de via; a verificação dos números de polícia (apenas para os eixos que foram alvo de actualização); a actualização dos atributos relativos aos limites administrativos de acordo com a Carta Administrativa Oficial de Portugal de 2007 (CAOP 2007) e das respectivas localidades, de acordo com os limites administrativos oficiais da BGRI de 2001.

De ressaltar que a actualização dos atributos dos limites administrativos e das localidades são para uso interno e têm como objectivo facilitar a integração de toda a informação na base de dados final, a entregar ao INE e, acima de tudo, para possibilitar a associação de códigos postais.

Terceira fase - normalização da base de dados

A terceira fase dá especial relevância à normalização da base de dados e verificação ortográfica dos dados alfanuméricos. É efectuado o preenchimento de campos nulos (eixos viários sem toponímia e sem número de porta, entre outros) e são também atribuídos os códigos postais aos eixos de via, através de software interno que utiliza a base de dados mais recente dos CTT.

Quarta fase - Entrega do projecto

A quarta e última fase de todo o projecto será a entrega dos Dados Geográficos Digitais de Arruamentos e Respectivos Endereços Postais ao INE.

Os Dados Geográficos Digitais de Arruamentos e Respectivos Endereços Postais, que corresponde à base de dados cartográfica a fornecer ao INE, compreendem todos os seguintes atributos: topónimo da via, número de porta, lote e/ou nome de edifício e códigos postais de 7 dígitos

Coberturas de ortofotomapas

Os ortofotomapas que assentam na restituição de cartografia apresentam uma cobertura nacional de 100%. Ao longo de 8 anos a Geoglobal tem vindo a reunir coberturas a diferentes escalas para diferentes áreas geográficas, que se estendem por todo o território nacional. Neste sentido, é de salientar um projecto desenvolvido entre 2002 e 2006, para as Empresas do Grupo AdP, que consistiu na produção de Ortofotomapas digitais a cores, com resolução geométrica de 25 ou 30cm.

Estes Ortofotomapas foram produzidos a partir de voo realizado à escala 1:15 000 (anos de 2002 e 2003) e 1:20 000 (em 2004 a 2006), cobrindo uma área superior a 5.000.000 hectares. Em 2006, 2007 e 2008 a Geoglobal realizou a cobertura de ¼ do território continental de Portugal (ver imagem 1 em anexo).

Para efeitos de precisão na restituição de cartografia, foram utilizados preferencialmente ortofotomapas com resoluções que variam entre 0.25, 0.30 e 0.5 metros. A utilização dos Ortofotomapas facilita o reconhecimento e compreensão do enquadramento e realidade geográfica por parte do analista e do decisor.

A aquisição de cartografia com base nas técnicas de fotogrametria, pressupõe a utilização de fotografia aérea. Nos levantamentos cartográficos serão utilizados voos de escala 15000/20000. Os voos serão obtidos em película de cor.

Após obtenção dos fotogramas segue-se a fase de rasterização ou digitalização dos diapositivos. Neste processo é utilizado um *scanner* fotogramétrico de alta estabilidade geométrica, garantindo-se assim que na passagem das imagens de formato analógico para digital não são introduzidas distorções significativas. No tratamento do referido voo irá ser utilizado um *scanner* com poucas distorções geométricas e com uma superior sensibilidade radiométrica que permite a obtenção de imagens mais nítidas.

O levantamento aerofotogramétrico é orientado relativamente a um determinado sistema de referência através de pontos fotogramétricos. Estes pontos são normalmente pontos inequivocamente identificáveis nas fotos. Após identificação dos pontos de controlo procede-se à sua coordenação. As coordenadas dos pontos fotogramétricos utilizados foram obtidas através de GPS diferencial de dupla frequência. A precisão destas coordenadas é superior a 0,1 m.

A triangulação aérea é uma das fases mais importantes de todo o processo fotogramétrico. Nesta fase, utilizando pontos de controlo e pontos de ligação, são orientadas as imagens relativamente ao sistema de referência escolhido. Este

processo é efectuado através de software que permite a detecção automática de erros através de “ajustamentos por método de mínimos quadrados robustecido”. Através de análise estatística são detectadas e afastadas todas as medições erradas efectuadas sobre as imagens.

A restituição fotogramétrica corresponde à fase de desenho dos elementos a cartografar. Nesta fase o operador com óculos de cristais líquidos polarizados, recolhe em estereoscopia os elementos cartográficos identificáveis nas fotografias.

Equipamentos e tecnologia de campo

Os equipamentos utilizados em trabalho de campo são *Personal Digital Assistant's* (PDA) e têm o propósito de edição dos eixos de via e introdução de atributos no mesmo em campo. Como já foi referido anteriormente, foi criado um software específico para este efeito – o software **GeoNavega**.

A aplicação GeoNavega comunica com um receptor de GPS via *Bluetooth*, permitindo as seguintes funcionalidades:

- Recolha da informação base de toponímia para cada eixo: nome de rua, números de polícia, esquema de numeração, existência de pavimento, sentidos de circulação e restrições de trânsito;
- Recolha da informação base para cada polígono: classificação da ocupação do solo;
- Acompanhamento no ecrã da navegação real de modo a recolher a informação do eixo ou polígono onde se encontra o operador;
- Edição da geometria de eixos e polígonos;
- Visualização de outros atributos para além dos eixos e polígonos, tais como: ortofotomapas, edifícios, limites urbanos, limites de concelhos.
- Possibilidade de Recolha de informação complementar de cada eixo referente a: passeios, bermas, valetas, *rails* de protecção, tipo de pavimento, faixa de rodagem, sinalização horizontal, pontes, pontões, túneis e viadutos;
- Possibilidade de levantamento funcional dos edifícios (número de pisos, função de cada piso, associação de fotografias a cada registo);

Este equipamento, constituído por um PDA, um GPS de código, com correcções diferenciais recebidas por satélite, e o software GeoNavega, permite o geoposicionamento de uma equipa de campo, num ficheiro vectorial, com uma precisão de cerca de 3 metros. Esta precisão permite ao operador do equipamento identificar, sem dúvidas, no monitor, o elemento a caracterizar, por comparação com a realidade observada.

Após a identificação do elemento, o utilizador tem, no GeoNavega, acesso a um menu onde introduz a informação alfanumérica a associar ao elemento seleccionado por *touch screen*.

A utilização deste apresenta vantagens ao nível da orientação do produto para os fins a que se propõe. Exemplo prático destas vantagens será a possibilidade de, ao

apresentamos a passagem de atributos comuns de um elemento para outro com um simples *touch screen* (aplicável no caso em que temos vários eixos com o mesmo nome), podermos obter os seguintes resultados: especificar os atributos para distintos elementos de diversas tabelas, obter uma fácil importação e exportação para diversos formatos SIG, adequar o software à língua portuguesa e às normas nacionais no que se refere a topónimos e codificações e, acima de tudo, a integração directa da classificação de campo em ficheiros digitais. Este procedimento evita quaisquer erros de interpretação que poderiam existir caso a informação de campo tivesse sido escrita pelo operador de campo em papel e posteriormente introduzida em gabinete por outro operador.

Experiência em projectos similares

A Geoglobal conta já com vasta experiência em projectos similares de fornecimento de bases de dados desta natureza. Listamos de seguida alguns dos principais Clientes e Projectos que permitiram à Geoglobal desenvolver as suas competências e alargar o Portofolio de informação Geográfica.

No cômputo geral os projectos da Geoglobal dividem-se de acordo com as seguintes categorias: produção de cartografia 2D, com registo dos níveis de informação essenciais (eixos de via, números de policia, passeios, toponímia, zonas verdes, zonas de água, edifícios e caminho de ferro, etc.); produção de cartografia 3D com obtenção do Modelo Digital de Edifícios, Modelo Digital de Terreno e Modelo Digital de Elevação; produção de ortofotomapas de alta e baixa resolução; projectos de integração em SIG em função do modelo de dados especificado pelo cliente; levantamentos por GPS para a georreferenciação de pontos notáveis; levantamentos de campo de todo o tipo de dados; georreferenciação de pontos notáveis com recurso à cartografia previamente produzida pela Geoglobal e a técnicas automáticas de *address-matching*. Por último, a Geoglobal procede também à prestação de serviços de desenvolvimento aplicacional sustentados em SIG, designadamente actualização e integração de cartografia já existente no Cliente, normalização e georreferenciação de clientes, monitorização de frotas entre outras soluções.

Em particular e a título de exemplo, a Geoglobal concluiu ou encontra-se ainda a trabalhar nos seguintes projectos de recolha de informação geográfica:

NAVTEQ – líder mundial na produção e comercialização de dados para sistemas de navegação automóvel, elege a nível local um fornecedor de excelência responsável pela criação da base de dados geo-espaciais. O levantamento para a NAVTEQ permite-nos dispor da única cobertura ao nível de ruas e números de porta de segmento, exaustiva e integral do território nacional (Continente e Ilhas), sem a qual qualquer projecto de georreferenciação estará sempre incompleto.

Fornecimento de Cartografia Digital – PT Comunicações (2002 a 2008). Este projecto baseou-se no fornecimento de cartografia 2D, cobrindo diversos concelhos de Portugal Continental nas mais variadas escalas: 1/1000; 1/2000; 1/5000. O trabalho da Geoglobal centrou-se na recolha de vários elementos cartográficos como os eixos viários, limites de edifícios, limites de passeio,

números de polícia, rede ferroviária, toponímia dos arruamentos, zonas de água, zonas verdes, limites de freguesia e limites de concelho no formato específico do cliente para mais 40 concelhos de Portugal Continental.

Fornecimento de Cartografia Digital – Instituto de Comunicações de Portugal/ANACOM (ICP/ANACOM) (2001/2002). Este projecto consistiu no fornecimento de cartografia 2D e 3D, bem como de Ortofotomapas para os concelhos de Lisboa e Porto. A solução proposta ao ICP/ANACOM serviu de suporte a vários departamentos do Instituto, nomeadamente ao Departamento de Engenharia e Planeamento, tendo permitido a este departamento realizar os seus estudos e projectos de uma forma bastante mais eficiente e rigorosa.

Fornecimento de Cartografia Digital – Galp Energia (2002 a 2006). Este projecto teve como objectivo o fornecimento de cartografia 2D e Ortofotomapas cobrindo vários Concelhos de Portugal Continental. A cartografia planimétrica (2D) fornecida consistiu no levantamento dos seguintes elementos cartográficos: eixos viários, toponímia dos arruamentos, limites de edifícios, limites internos e externos de passeio, números de polícia, muros e vedações, zonas de água, zonas verdes, rede viária, rede ferroviária, limites de freguesia e limites de concelho. Foram igualmente fornecidos Ortofotomapas, com uma resolução geométrica de 25 cm.

Fornecimento de Cartografia digital – Novis (2001 a 2008). Este projecto tem funcionado no âmbito de um protocolo assinado entre a Geoglobal e a Novis (Grupo SONAE) e tem-se pautado pelo fornecimento de tem cartografia 2D, 3D e Ortofotomapas de diversas cidades da zona da grande Lisboa, do grande Porto, capitais de Distrito e outras importantes cidades. Paralelamente, temos desenvolvido serviços de normalização e georreferenciação de moradas.

Fornecimento de Cartografia digital – TMN (2006 a 2008). O projecto de fornecimento de informação geográfica estabelecido com a TMN tem como objecto fornecer cartografia de nível nacional e nível urbano para Portugal Continental e Insular. A nível de cartografia urbana, forneceremos informação 2D, 3D e Ortofotomapas de elevada resolução cobrindo as principais cidades da zona da grande Lisboa e do grande Porto, capitais de Distrito e outras importantes cidades. Ao nível da informação geográfica de cariz nacional, o projecto consiste no fornecimento de cartografia de baixa resolução tais como Modelos Digitais de Terreno, *Clutters* de Ocupação do Solo, entre outros produtos.

Fornecimento de Cartografia digital – VODAFONE (2000 a 2006). Todos os projectos levados a cabo com a Vodafone ao longo deste período tiveram como objectivo fornecer cartografia 2D, 3D e Ortofotomapas de elevada resolução para a área de Planeamento e Engenharia da empresa, cobrindo as principais cidades da zona da grande Lisboa e do grande Porto, e algumas das principais capitais de Distrito e outras importantes cidades. A cartografia planimétrica (2D) consistiu no levantamento dos eixos viários, limites de edifícios, limites de passeio, números de polícia, toponímia dos arruamentos, zonas de água e zonas verdes. A cartografia altimétrica (3D) consistiu no levantamento do Modelo Digital de Terreno, do Modelo Digital de Elevação e do Modelo Digital de Edifícios.

RESULTADOS

Actualmente, a maioria dos limites das secções e subsecções estatísticas em vigor já são coincidentes com a rede viária nacional. O crescimento urbanístico registado no território português desde a realização do último recenseamento estatístico veio alterar configuração da malha urbana. Deste modo, o fornecimento da rede viária nacional actualizada ao INE irá possibilitar, quer a redefinição dos limites das secções e subsecções estatísticas existentes, quer a criação de novas unidades territoriais do futuro modelo de Base de Dados Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI), que por sua vez servirá de base para a realização do novo Recenseamento Estatístico para o território nacional, a efectuar em 2011 (Censos de 2011).

ANEXOS

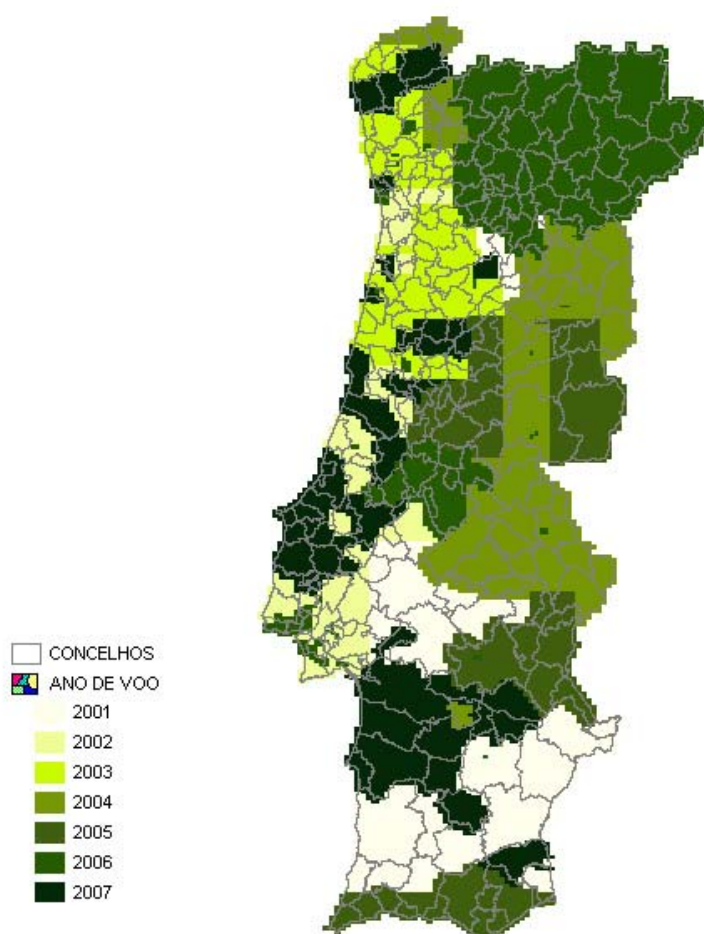


Imagem 1 – Cobertura actual de ortofotomapas da Geoglobal para Portugal continental

Geoglobal- Sistemas de Informação Geográfica, Lda.

Rua Rodrigo da Fonseca, 103, 4º
1070 – 239 LISBOA

Tel: (+ 351) 21 382 31 77

Fax: (+ 351) 21 382 31 32

info@geoglobal.pt

www.geoglobal.pt

Parte XII

Aplicações Móveis

SMITA: SERVIÇOS SIG-MÓVEIS PARA A PROMOÇÃO TURÍSTICA NO ALGARVE

FIGUEIREDO, Carlosⁱ; LEHODEY Frédéric^{ii, iii}, MORGADINHO Césarⁱ, TILSNER, Dirkⁱ

PALAVRAS-CHAVE: serviços móveis com base em localização, open source, web mapping

Resumo

Esta comunicação apresenta os resultados do projecto SMITA e detalhes relativamente ao desenvolvimento tecnológico de uma plataforma de serviços móveis que integram e disponibilizam informação geográfica e conteúdos turísticos. Desenvolvida no âmbito do referido projecto que parte do interesse comum de várias autoridades regionais do espaço atlântico europeu, a plataforma disponibiliza um conjunto de serviços baseados em localização geográfica e agrega dinamicamente os conteúdos disponibilizados através de sistemas e bases de dados regionais. A apresentação foca essencialmente nos aspectos da interoperabilidade e da integração de informação geográfica bem como as alternativas técnicas para providenciar aos utilizadores serviços baseados na sua localização.

1. INTRODUÇÃO

O projecto SMITA nasceu em 2003 a partir do interesse de diversas autoridades regionais do espaço atlântico europeu com o objectivo de disponibilizar uma potente ferramenta de comunicação em matérias de promoção de informação cultural e turística. Sob a liderança da AMAL – Grande Área Metropolitana do Algarve, o projecto obteve financiamento no âmbito do programa INTERREG e foi executado ao longo de cerca dois anos entre 2005 e 2007, com participação de vários parceiros de Espanha, Irlanda e França, tendo sido atribuído à EDISOFT a concepção e o desenvolvimento técnico da solução.

A plataforma foi concebida com o objectivo de potenciar a cooperação em rede. Com base na partilha de uma infra-estrutura técnica única e aberta, SMITA permite aos parceiros regionais disponibilizar serviços de informação com ferramentas para a configuração e correspondente gestão de conteúdos dos referidos serviços. A escolha do canal móvel como suporte tecnológico principal

garante alcançar o maior número de potenciais utilizadores, sobretudo o turista, tendo também em conta os benefícios e a rápida evolução das tecnologias de comunicação e de localização móvel no mercado de grande consumo.

A plataforma SMITA foi construída com base em tecnologias e standards abertos e segue também as recomendações da Comissão Europeia no que refere à utilização de software de código aberto (Open Source). Desta forma a plataforma comunica com os sistemas regionais para incorporar dinamicamente os conteúdos turísticos no serviço e em função da localização do utilizador, bem como com outros serviços externos, nomeadamente de informação geográfica (*web mapping services*).

2. SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NO ALGARVE DIGITAL

2.1 Enquadramento

O projecto Algarve Digital representa um importante impulso tecnológico na região do Algarve na área das tecnologias de informação e comunicação. O projecto é composto por sub-projectos com várias áreas de intervenção, que vão desde infra-estruturas tecnológicas regionais (centro de dados e redes camarárias de alto débito), sistemas de disponibilização de acesso público à Internet, portais autárquicos, soluções de governo electrónico, portal de turismo, pólo geográfico, entre muitas outras soluções.

O sub-projecto Pólo Geográfico veio permitir o desenvolvimento de várias soluções dentro da área dos Sistemas de Informação Geográfica. Sendo esta uma área em plena expansão, que beneficia cada vez mais das potencialidades da Internet, está a entrar numa nova era. A Banda Larga e as capacidades de processamento, cada vez maiores, permitem hoje a disponibilização de aplicações de SIG cada vez mais interactivas e abertas ao público em geral.

Para suportar o conjunto de funcionalidades e objectivos específicos do projecto Algarve Digital, foi necessário desenvolver uma solução de WebSIG que pudesse assumir uma dimensão regional, com a capacidade de integração com outros projectos regionais, e que disponibilizasse uma plataforma comum para a criação de aplicações de mapas interactivos para as várias entidades parceiras do projecto.

2.2 *A Plataforma WebSIG*

Após se constatar que vários projectos a desenvolver no âmbito do Algarve Digital exigiam a utilização de informação geográfica e de serviços de processamento desta informação, considerou-se fundamental dispor de uma plataforma que permitisse a rápida integração destas funcionalidades nos projectos a desenvolver. Considerando as características dos vários projectos, identificaram-se as funcionalidades básicas que a plataforma deveria implementar:

- a) Base de dados espacial para integração da informação produzida e utilizada por todos os projectos;
- b) Cobertura cartográfica de toda a região do Algarve;
- c) Disponibilização de serviços de localização por arruamento, número de polícia, sítios/lugares e pontos de interesse;
- d) Disponibilização de serviços de criação de mapas.

A implementação estava dependente da existência de dados geográficos actualizados que cobrissem a totalidade da região. Considerando os prazos de execução do projecto, estes dados deveriam estar disponíveis de imediato. Após a avaliação da informação geográfica existente ao nível das entidades públicas e privadas e aquela que poderia ser obtida através de outros projectos regionais que estavam decorrer, adoptou-se o seguinte conjunto de informação geográfica:

- Ortofoto-cartografia à escala 1:10.000, voo de 2005, disponibilizada pelo Instituto Geográfico Português no âmbito do protocolo estabelecido com a Associação de Municípios do Algarve;
- Base de dados de topónimos do Instituto Geográfico do Exército;
- Cobertura de eixos de via da NavTeq;
- Base de dados de Pontos de Interesse desenvolvida no âmbito do sub-projecto piloto Portal do Turismo, do Algarve Digital.

Estando garantida a existência da informação geográfica exigida pelo projecto, houve a necessidade de definir as soluções tecnológicas que permitissem a implementação dos requisitos referidos. Para além da satisfação destes requisitos, foi também determinado como factor fundamental de selecção o custo de

aquisição e funcionamento da solução. A escolha da utilização de Software Aberto foi motivada não só pelos custos de licenciamento nulos, mas também pela maturidade e desempenho que estes sistemas actualmente apresentam. Foram adoptadas, entre outras, as seguintes tecnologias de software aberto:

- PostgreSQL – Sistema de gestão de base de dados;
- PostGIS – extensão para suporte de dados espaciais para o PostgreSQL;
- Npgsql – biblioteca de acesso ao Postgres para programação em ambiente .Net;
- UMN Mapserver - servidor de mapas;
- Ajax.Net Professional – biblioteca para desenvolvimento de aplicações web através de Asynchronous Javascript And XML em ambiente ASP.Net;
- JavaScript Vectorgraphics Library (jsgraphics) – biblioteca para desenho de gráficos em páginas de web através de javascript;
- NetTopologySuite – biblioteca com funções para execução de operações topológicas baseadas nas especificações do OpenGIS;
- Proj.4 – biblioteca para transformação entre sistemas de coordenadas
- Kosmo, GvSIG, Quantum GIS e Udig ao nível de desktop.

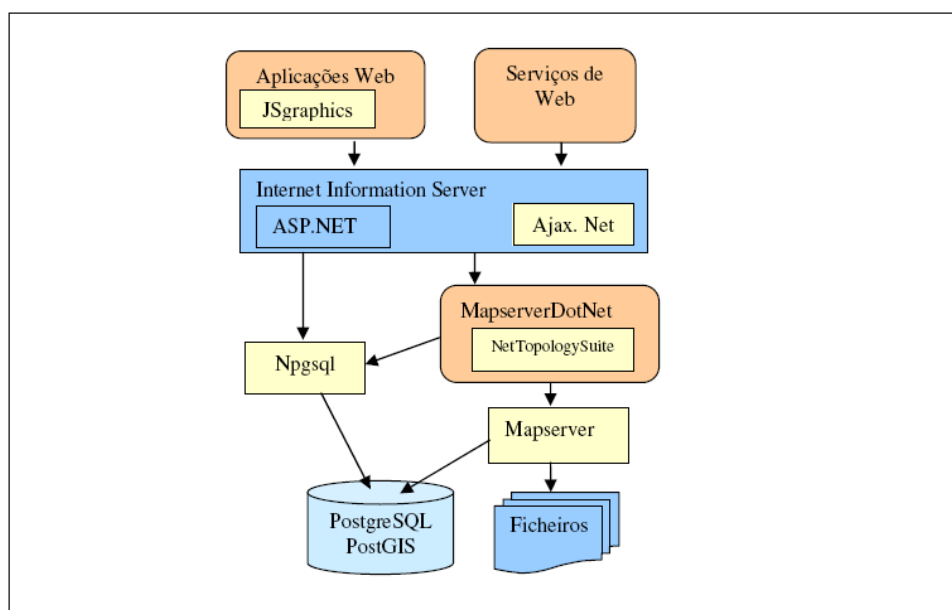


Ilustração 1: Arquitectura da plataforma WebSIG.

Esta plataforma foi nomeadamente utilizada para a implementação da aplicação WebSIG de Mapas Interactivos do Algarve Digital, GEO-Algarve: (<http://geo.algarvedigital.pt>). Apesar da vocação turística da região do Algarve, o grande número de utilizadores não deixou de constituir uma surpresa no início. Hoje em dia, a aplicação já é bastante conhecida e utilizada como mostram as estatísticas das visitas. Assim, desde o início do ano 2008 temos, por mês:

- mais de 24.000 visitas únicas;
- mais de 30 Gigabytes de tráfego;
- cerca de 250.000 mapas gerados.

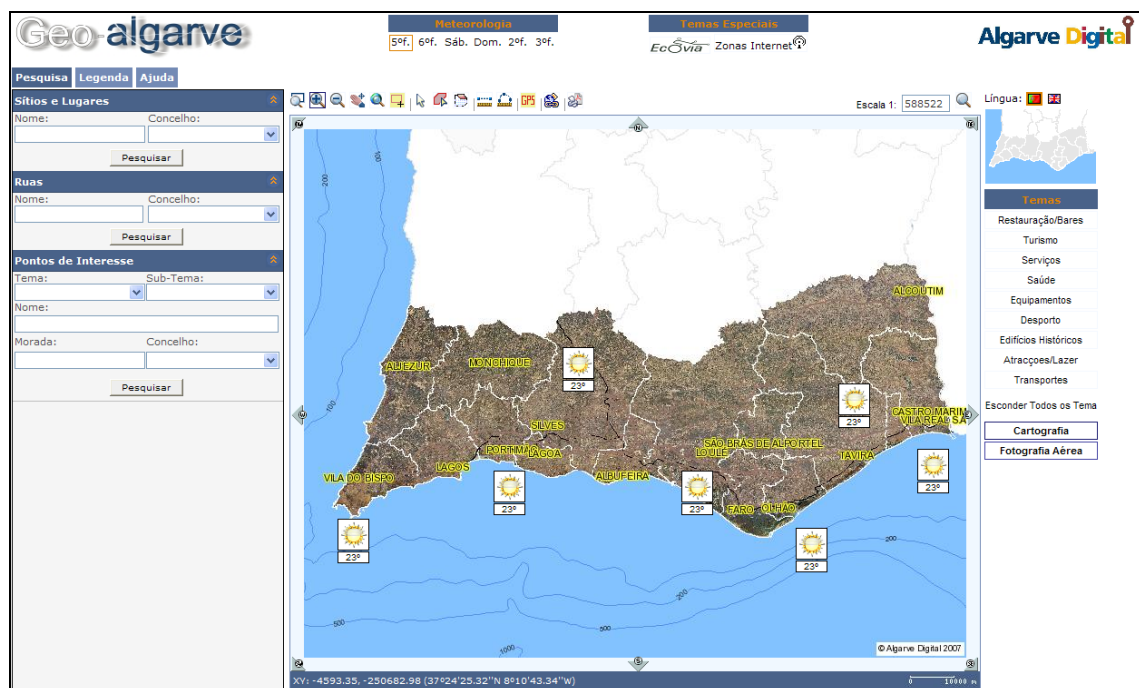


Ilustração 2: Exemplo do Interface de Utilização da Aplicação.

2.3 Disponibilização dos Dados Regionais no Âmbito do SMITA

No quadro de uma parceria com a AMAL, a Globalgarve, Agência de Desenvolvimento Regional, disponibilizou os serviços de informação para alimentar a plataforma SMITA do Algarve.

Serviços de Dados

No que diz respeito ao fornecimento de dados georreferenciados (equipamentos/Eventos), a Globalgarve realizou um trabalho integrador de forma a utilizar várias fontes de dados regionais provenientes, nomeadamente, da Região

do Turismo do Algarve e da Direcção Regional de Cultura do Algarve. A figura 3 resume a disponibilização da informação para o projecto SMITA.

Serviços de Mapas

No seguimento dos trabalhos desenvolvidos na área WebSIG do projecto Algarve Digital foi desenvolvido, com base o software aberto MapServer, um serviço de mapas WMS¹ dedicado ao projecto SMITA e com o objectivo de fornecer a base cartográfica da região. Este WMS permite disponibilizar a informação geográfica de forma dinâmica produzindo mapas (imagens) georreferenciados usando formatos comuns como PNG, GIF ou JPG. O servidor WMS comunica com os clientes via o protocolo http.

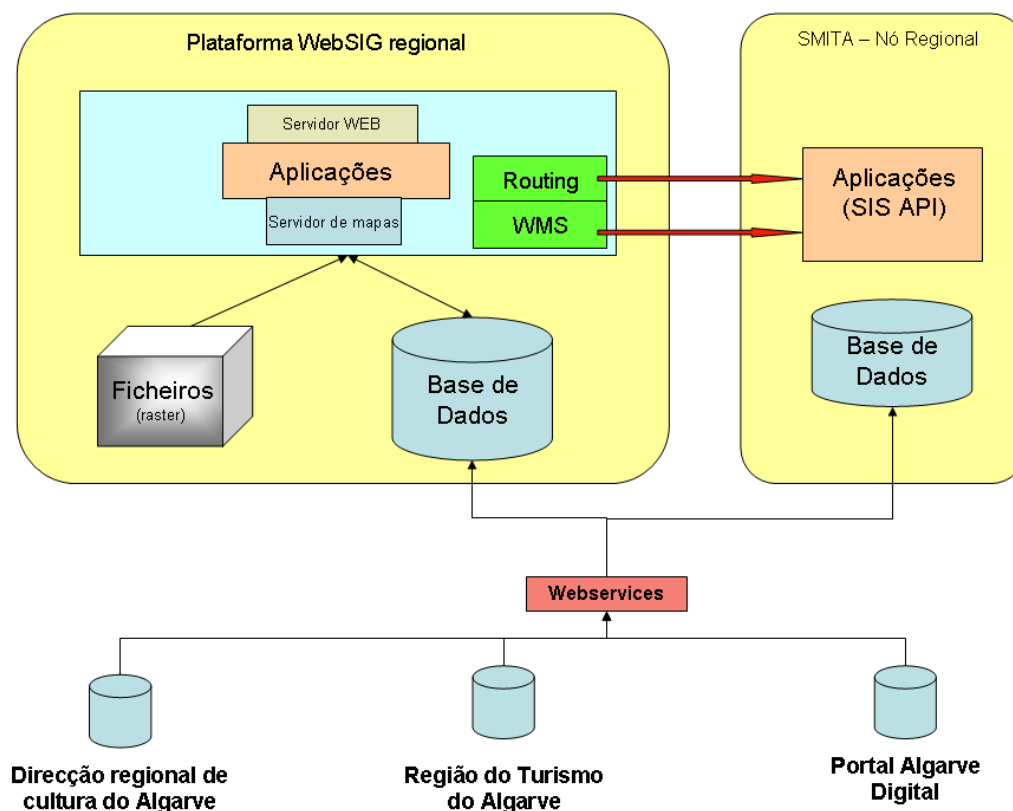


Ilustração 3: Integração do WebSIG no âmbito do projecto SMITA.

A plataforma WebSIG, usando o MapServer (que deve ser hoje o melhor servidor de WMS existente), permitiu criar de forma bastante simples o serviço de mapa.

¹ Web Mapping Service

O trabalho consistiu principalmente em elaborar o *mapfile* (ficheiro de configuração do mapa gerado pelo MapServer) incluindo todos os parâmetros e metadados necessários para respeitar as especificações de um serviço *WMS-compliant*, nomeadamente em relação aos pedidos:

- *GetCapabilities* que retorna um XML de informação (metadados) do serviço.
- *GetMap* que retorna a imagem do mapa em função dos parâmetros.

A organização da informação do WMS foi a seguinte:

- [ms_ogc_geo_algarve] WMS data for Algarve
 - [vector] Vectores
 - [limites] Limites administrativos
 - [area_agua] Hidrografia polígonos
 - [linha_agua] Hidrografia linhas
 - [railrds] Rede ferroviária
 - [ruas] Ruas
 - [estradas] Rede viária secundária
 - [vias] Rede viária principal
 - [toponimia_ruas] Toponímia ruas
 - [lugares] Toponímia de lugares
 - [copyright_01] copyright_01
 - [copyright_02] copyright_02
 - [ortos] Imagens IGP 2005
 - [ortofotos] ortofotos

A criação dos grupos (Vectores e Ortos) permite passar pedidos de várias camadas de informação. Neste caso, o *group* Vectores vai retornar o mapa completo, usado por defeito, na aplicação do SMITA.

A outra vantagem do WMS é de permitir a projecção dos dados, todos em sistema de projecção nacional, para WGS 84.

Para testar o serviço, foi utilizado o Kosmo e o gvSIG.

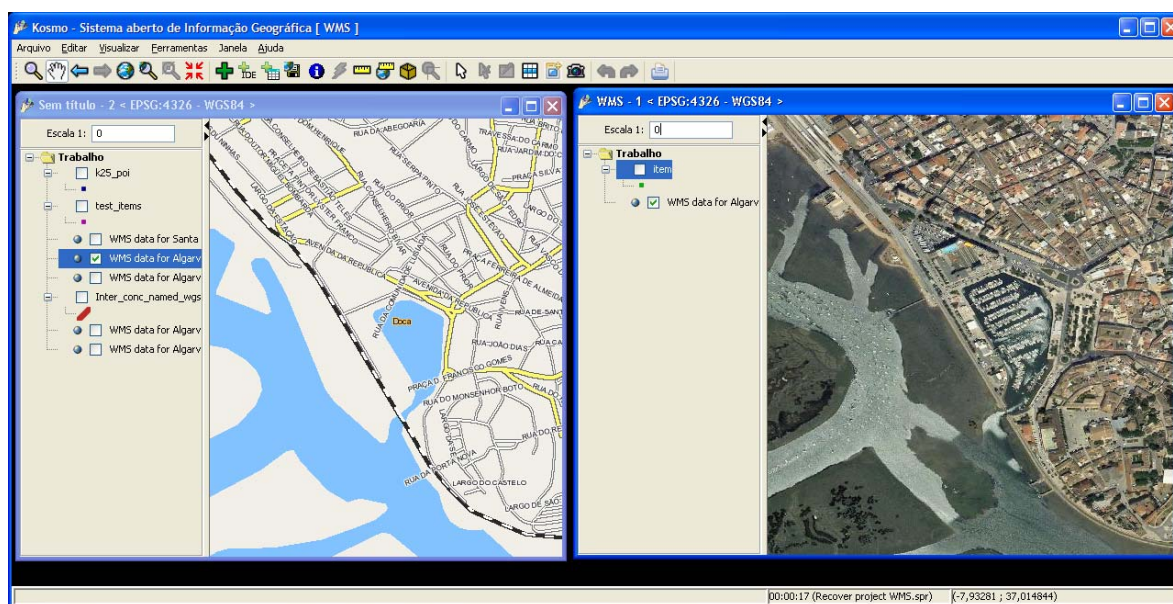


Ilustração 4: Exemplo de visualização no Kosmo.

Routing

Está previsto, no quadro do projecto SMITA, de implementar, ao nível regional, um serviço de *Routing*. Já iniciamos os desenvolvimentos necessários para criar este serviço utilizando o projecto pgRouting (<http://pgrouting.postlbs.org>). Esta iniciativa tem por objectivo disponibilizar funcionalidades de Routing para o PostGIS/PostGreSQL e faz parte do Open Source PostLBS (<http://www.postlbs.org>), projecto focado nos serviços baseados na localização.

Par utilizar esta biblioteca, o primeiro passo consistiu em migrar os nossos dados da rede viária para o modelo de dados do pgRouting, no PostGIS. A seguir, conseguimos testar com sucesso várias funções disponíveis.

A figura seguinte mostra a visualização no Kosmo1.1 do resultado do pgRouting do cálculo do percurso óptimo entre dois pontos em Faro. (linha vermelha)

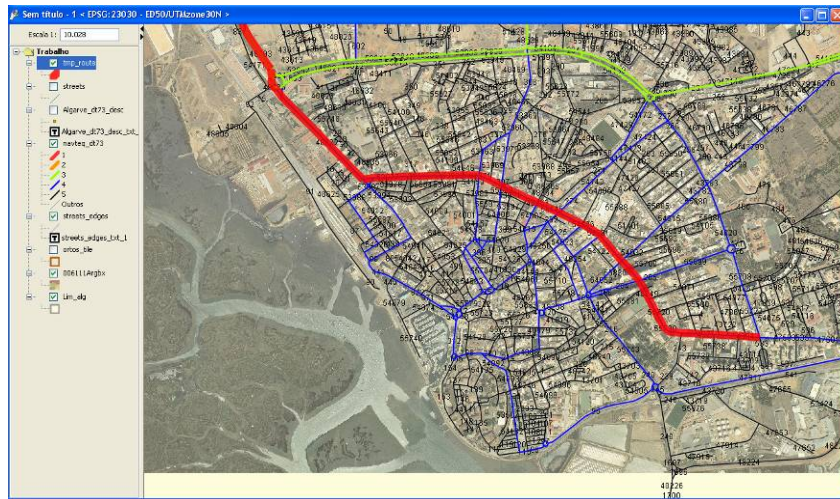


Ilustração 5: Exemplo de Routing.

Por fim, para disponibilizar a ferramenta de *Routing*, iremos desenvolver a interface para interligar o serviço à plataforma do projecto SMITA (SIS API).

3. A PLATAFORMA SMITA

3.1 *Arquitectura*

O Sistema de Informação SMITA (SIS) funciona como plataforma aberta de comunicações utilizada e partilhada pelos nós regionais através dos quais as respectivas autoridades gerem e disponibilizam a informação a integrar dinamicamente nos serviços. A plataforma SMITA foi desenhada tendo em conta critérios exigentes em relação à interoperabilidade e condição de sistema aberto, escalabilidade e segurança bem como desempenho e usabilidade no que diz respeito à utilização e exploração da plataforma, sua manutenção e configuração. Por outro lado, deu-se preferência à utilização de tecnologias e standards abertos que são aplicados não só a todos os interfaces entre o servidor central e os componentes regionais, mas também para a descrição das interfaces de serviço da plataforma, protocolos de serviços de localização, políticas de privacidade, modelos de segurança e nomeadamente para formatos de dados como seja informação geográfica.

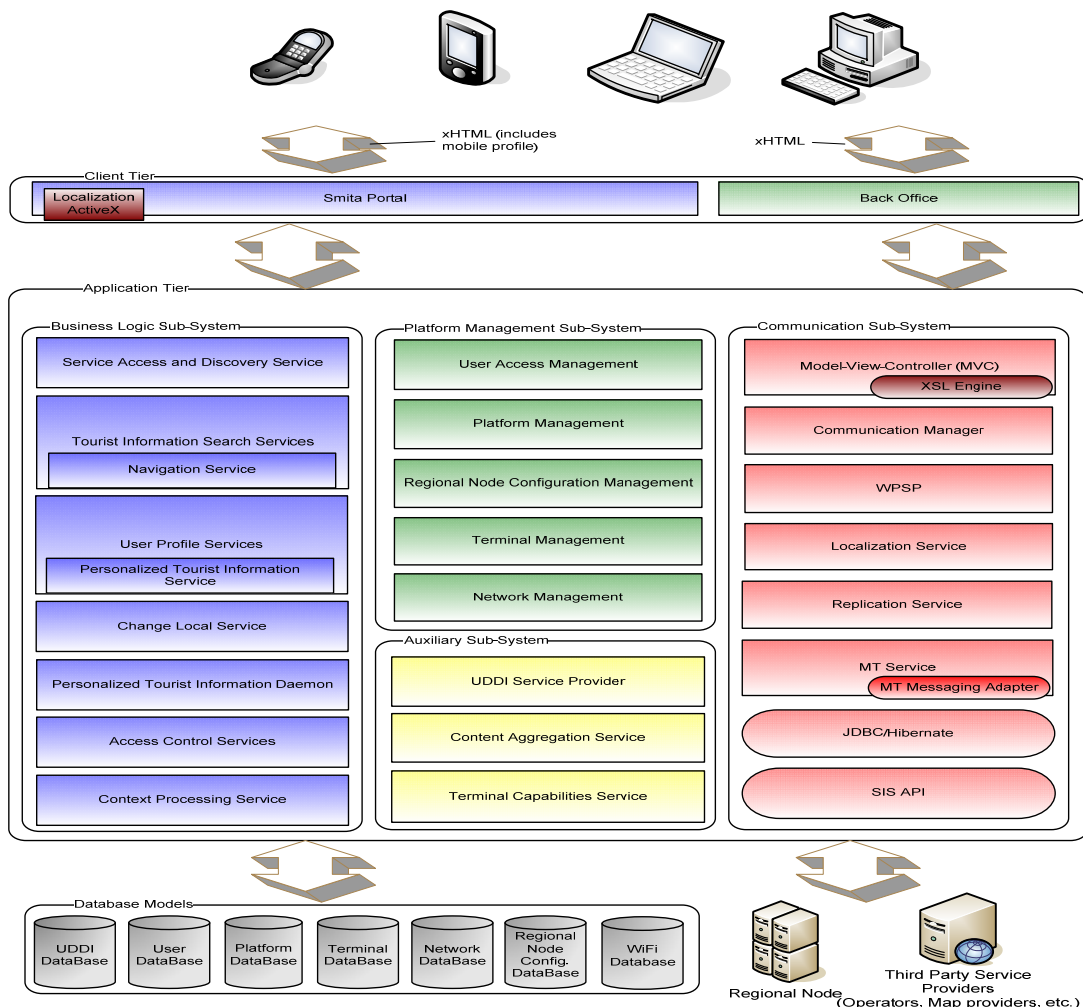


Ilustração 6: Arquitectura do Sistema de Informação SMITA (SIS).

3.2 *SMITA como Sistema Distribuído*

Conforme referido, o SIS dá suporte à comunicação entre componentes de plataformas e sistemas diferentes, utilizados pelos parceiros territoriais (regionais). Para este efeito, foi concebida uma API específica (SIS API) através da qual a plataforma solicita no contexto do serviço os conteúdos que correspondem ao pedido do utilizador e a sua localização:

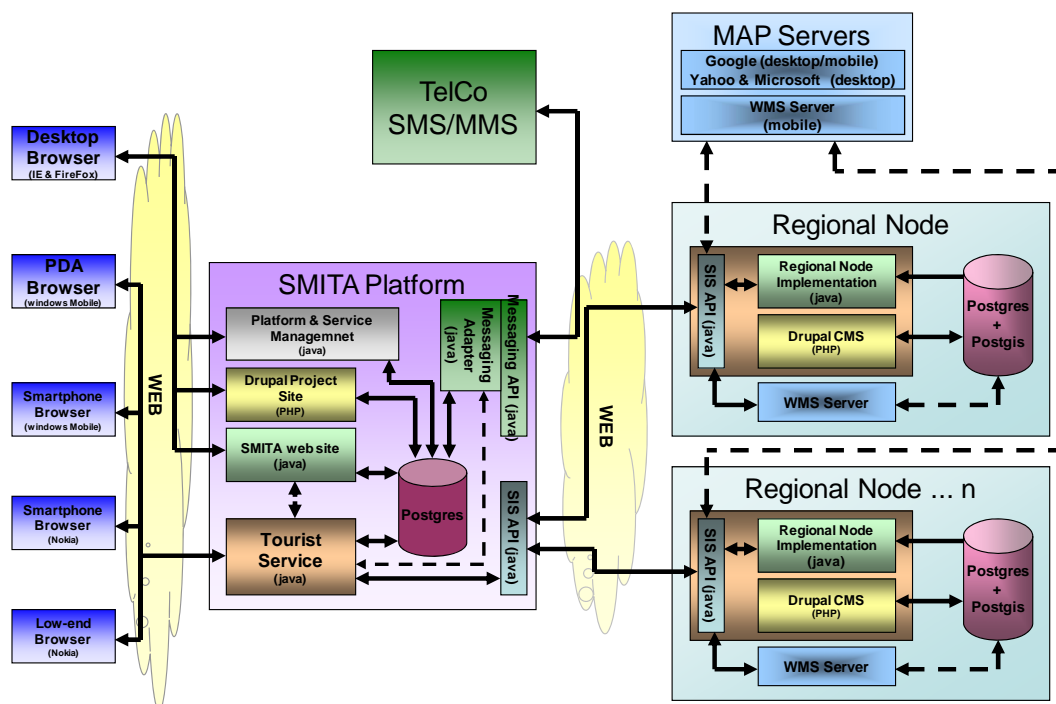


Ilustração 7: Componentes Principais do SIS e Interfaces.

Conforme ilustrado na figura, o SIS API não é o único interface aberto ao nível da arquitectura do sistema. Acrescentam-se além da conectividade dos próprios dispositivos móveis via *Mobile Internet*:

- Interfaces com outros serviços externos, nomeadamente de informação geográfica, como sejam serviços *web mapping* (que podem ser geridos pelas autoridades regionais ou outras entidades nacionais, regionais etc.) e Google / Microsoft Yahoo;

- Interfaces com os operadores móveis para fins de integração de funcionalidades de *messaging* (SMS²/MMS³).

3.3 *SIS API e Nós Regionais*

A utilização do SIS API permite a implementação/criação de novas fontes de dados regionais que podem ser posteriormente integradas na plataforma SMITA, enriquecendo assim a cobertura geográfica disponível ao turista que utiliza o portal móvel SMITA. As fontes de dados podem implementar parcialmente ou a totalidade do interface SMITA API, dando assim alguma flexibilidade às instituições que pretendem usar a plataforma SMITA para a promoção da sua região. É assim possível disponibilizar apenas informação descritiva tabular, ou cumulativamente juntar dados multimédia e ainda dados geográficos. Se não for possível às instituições disponibilizarem internamente um serviço de informação geográfica em conformidade com o interface WMS, é sempre possível a utilização de qualquer outro serviço WMS externo que tenha a mesma cobertura geográfica (ver 3.2).

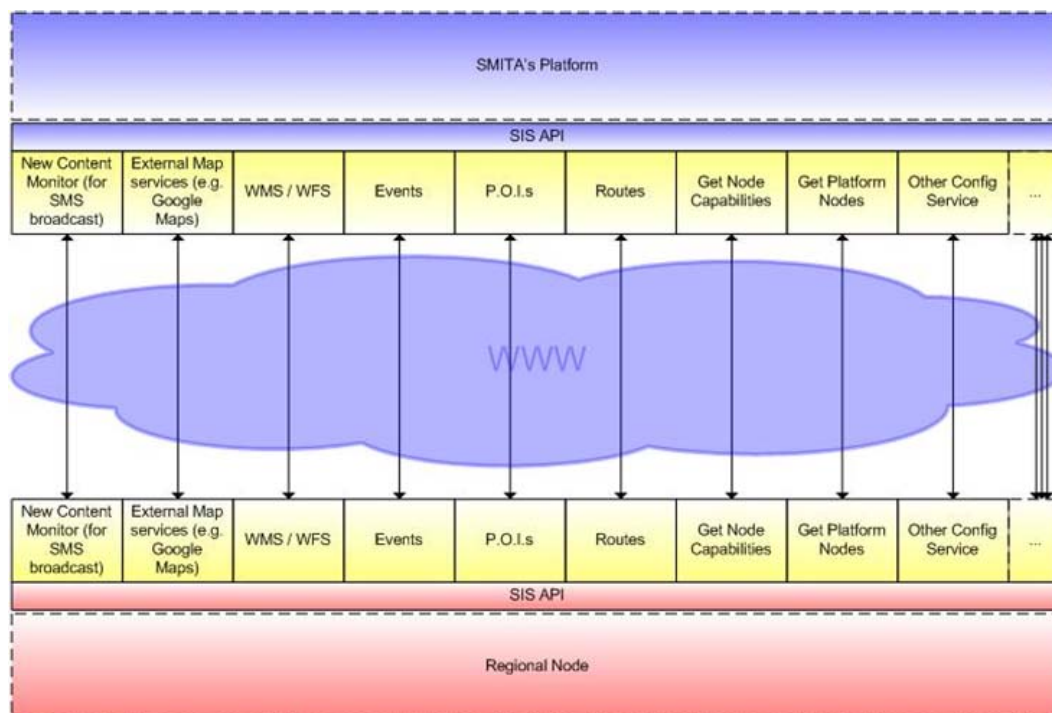


Ilustração 8: Estrutura do SIS API.

² Short Message Service

³ Multimedia Messaging Service

Para que uma autoridade / entidade regional possa aderir à rede SMITA (sem configurar uma plataforma própria), basta implementar o API do SIS. A implementação deste novo nó regional pode ser feita com recurso a qualquer tecnologia (e.g. JAVA, .NET) que suporte o *framework* de SOAP⁴ *Web Services*. A mesma implementação terá também de cumprir com o API definido, tanto ao nível das operações disponíveis (WSDL⁵) como da estrutura das mensagens trocadas (XSD⁶). A figura 3 ilustra a estrutura interna da SIS API (acima).

3.4 Serviços Móveis

A plataforma SMITA disponibiliza um portal móvel (*thin client web browser*) que dá ao turista acesso aos diversos eventos, rotas turísticas e pontos de interesse da região em função da localização. Do ponto de vista técnico mais correcto, o utilizador móvel liga-se à plataforma através do próprio serviço móvel e de um canal de comunicações definido, como seja xHTML⁷ sobre HTTP⁸ (ponto de acesso interactivo).

Através do serviço, o utilizador consegue pesquisar informação e serviços em função dos seus interesses pessoais e pode igualmente utilizar serviços personalizados que assentam na configuração das suas preferências e envio de mensagens em caso de ocorrências.

⁴ Simple Object Access Protocol

⁵ Web Service Definition Language

⁶ XML Schema Definition

⁷ eXtensible Hypertext Markup Language

⁸ Hypertext Transfer Protocol

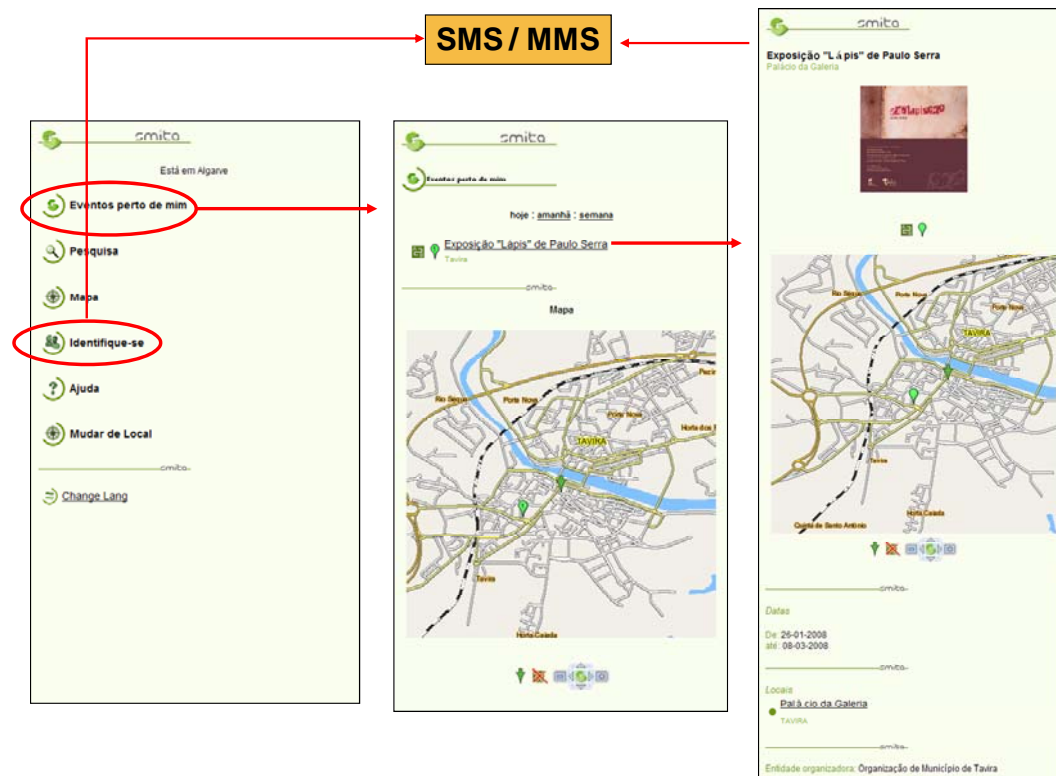


Ilustração 9: Exemplos do Interface do Serviço SMITA.

De referir que a localização actual do utilizador pode ser adquirida através de GPS (se disponível), via georreferenciação Google ou ainda pela escolha directa (do utilizador) da região pretendida. Através da localização do utilizador, a plataforma selecciona a melhor fonte de dados regional possível (usando para isso funcionalidades de pesquisa espacial), que através do SIS API permite a disponibilização de dados multimédia (texto, imagem e vídeo) e dados espaciais (mapas e rotas dinâmicas) ao turista.

Através do portal móvel SMITA são também oferecidas funcionalidades de *download* de informação (ficheiros) relativa à localização (coordenadas GPS) de eventos e pontos de interesse com formatação baseada em standards comuns (e.g. TomTom, Google).

A plataforma é também responsável pela gestão dos utilizadores e dos dispositivos móveis. Isto implica a gestão dos perfis dos utilizadores e respectivos dados de subscrição bem como um repositório com os dados relativos aos dispositivos móveis (operadora móvel, números de telefone etc.) e as capacidades técnicas dos mesmos.

4. ASPECTOS DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

A implementação do SIS colocou diversos desafios do ponto de vista da informação geográfica. Apresentamos a seguir algumas temáticas de maior relevância:

4.1 *Web Mapping*

A integração de serviços externos de mapas é conseguida através da sua declaração nos diversos Nós Regionais da rede SMITA, com a ferramenta de gestão de conteúdos (CMS⁹).

Além da utilização dos serviços de mapas da Google, Microsoft e Yahoo, que requerem implementações específicas de APIs proprietários, é possível utilizar serviços *web mapping* que recorrem a um API standard chancelado pelo consórcio OpenGIS. Desta forma é exequível, no limite, a utilização de qualquer serviço de mapas que respeite este API uma vez que o SIS disponibiliza um cliente WMS para utilização nos diversos serviços SMITA oferecidos ao utilizador, tanto em formato desktop com em móvel.

No caso de um Nó Regional manter e disponibilizar um serviço de mapas WMS (o qual será acessível ao SIS), será comum que o repositório de dados geográficos esteja localizado numa base de dados espacial. No universo *Open Source* a escolha de um repositório com capacidades espaciais recai normalmente (como no caso do SIS) sobre a base de dados Postgres com o *plugin* espacial PostGIS. Este *plugin* utiliza dois formatos abertos para armazenamento e manipulação de geometrias: WKT¹⁰ e WKB¹¹.

Tanto a plataforma SMITA como os diversos Nós Regionais utilizam estes formatos abertos para a implementação de *queries* espaciais de forma a obter a informação relevante para o utilizador conforme a sua localização actual.

⁹ Content Management System

¹⁰ Well-Known Text

¹¹ Well-Known Binary

A utilização do CMS Drupal no SIS, em concreto no Nó Regional, permite a integração de informação espacial na manutenção dos diversos eventos e pontos de interesse (entre outros) no repositório de dados tornando-se portanto acessível aos serviços SIS.

4.2 Open Source

Um dos vectores fundamentais para o desenvolvimento do SIS consistia no requisito e na primazia de utilização de software *Open Source*. Por isso, este tipo de software foi empregue nas diversas camadas arquitecturais do SIS, desde a plataforma SMITA (incluindo serviços) aos Nós Regionais.

Devemos salientar que a implementação dos Nós Regionais podem recorrer a qual tipo de software e *frameworks*, desde que implementem na integra o API de comunicação SIS API. Assim, podemos enumerar abaixo o software utilizado:

- Transversalmente ao SIS
 - i. Framework Java Enterprise
 - ii. Servidor aplicacional Jboss + AXIS web services
 - iii. Base de dados Postgres + PostGIS
- Plataforma SMITA
 - i. jUDDI (catálogo de serviços)
- Nó Regional
 - i. Drupal CMS
 - ii. Servidor de mapas MapServer
- Clientes
 - i. Browser desktop Mozilla FireFox

4.3 Localização do Utilizador

Para serviços baseado em localização, é imperativo obter a mesma quer através da rede móvel, quer através de meios técnicos próprios (do dispositivo móvel do utilizador) como seja o GPS. Discutimos a seguir as diversas alternativas:

a) Rede Móvel

No que toca à integração com redes móveis com base em standards abertos (de forma a tornar esta integração totalmente independente da rede utilizada), a

indústria propõe standards como seja o OSA¹² Parlay X que inclui um API para a solicitação da localização dos utilizadores móveis (independentemente da forma como a rede mede ou calcula esta localização). Infelizmente, os operadores não aderiram a este standard de uma forma suficientemente abrangente, além da dificuldade (por resistência dos operadores) de obter acesso a este tipo de acesso e funcionalidade em geral, mesmo quando se trata só do identificador da célula.

b) GPS

Em relação ao GPS, a solução para a localização dos utilizadores móveis depende da utilização de um *ActiveX* disponível para Windows Mobile 4 e 5 e Notebook com Windows. Se bem que aplicações em PDA ou *SmartPhone* com GPS sejam comuns, é preciso referir aqui que a abordagem técnica geral para a disponibilização de serviços móveis reside na utilização de (micro-) *browsers* estandardizados. A limitação técnica relativa a comunicação entre browsers e dispositivos acoplados obriga à solução particular encontrada para a integração. Assim, com base na posição GPS a plataforma SMITA escolhe o melhor Nó Regional (registado no seu catálogo) para fornecer informação ao utilizador.

c) Wi-Fi hotspots

O serviços SIS permitem ao utilizador móvel, utilizando uma ligação Wi-Fi e apenas na vertente Notebook, a aquisição do chamado MAC¹³ *address* que identifica univocamente qualquer *hotspot* Wi-Fi. A plataforma SMITA inclui do seu repositório uma lista de *hotspots* (que pode ser actualizada) com os respectivos endereços MAC e a sua georeferenciação através de coordenadas de latitude e longitude. Desta forma é possível atribuir ao utilizador uma localização tendo por base a identificação do *hotspot* que está a utilizar.

Devido a limitações técnicas nos sistemas operativos *mobile* não é possível, com um interface genérico, implementar uma componente integrada com os *micro-browsers* para obtenção desta informação. Por isso, esta funcionalidade está apenas disponível em Notebooks com sistema operativo Windows e *browsers* Microsoft Internet Explorer, recorrendo-se a tecnologia *ActiveX*. Com base no par

¹² Open Services Architecture

¹³ Medium Access Control

de coordenadas do *hotspot* Wi-Fi a plataforma SMITA escolhe o melhor Nó Regional (registado no seu catálogo) para fornecer informação ao utilizador.

d) Georreferenciação através de serviços externos (e.g. Google)

Na ausência dos dois processos de localização automática, conforme descritos acima, o utilizador pode introduzir manualmente o endereço de local para pesquisa nos serviços de georreferenciação do Google. O formato utilizado é: lugar (rua e nº etc.), cidade, país.

Esta informação é passada ao Google, através da implementação do seu API de georreferenciação, e resulta numa lista de nomes lugares/endereços da qual o utilizador deve seleccionar a localização pretendida. Com essa escolha é passado o par de coordenadas (lat/long) para a plataforma SMITA e assumido como localização do utilizador móvel.

Como nos casos anteriores, com base nas coordenadas do lugar georreferenciado pelo Google a plataforma SMITA escolhe o melhor Nó Regional (registado no seu catálogo) para fornecer informação ao utilizador.

e) Selecção pelo Utilizador

Por último, é ainda possível ao utilizador móvel escolher directamente qual o Nó Regional que pretende utilizar, na obtenção de informação turística para o serviço SIS.

A lista apresentada ao utilizador espelha o registo de todos os Nós Regionais que a plataforma SMITA tem no seu catálogo, aos quais estão associadas geometrias que representam a sua abrangência geográfica.

Com base no centro da região atribuída ao Nó Regional seleccionado (*centroid*) a plataforma SMITA assumirá esta localização como sendo a do utilizador móvel.

4.4 Processamento de Informação Geográfica ao Nível da Plataforma

Conforme o método de aquisição da localização (ver pontos anteriores), a plataforma toma a decisão em relação ao Nó Regional a utilizar de modo a fornecer informação turística ao utilizador móvel.

4.5 *Processamento de Informação Geográfica ao Nível do Nó Regional*

Após ter sido tomada a decisão por parte da plataforma SMITA de utilizar um determinado Nó Regional, a localização do utilizador passa a ser usada, em conjunto com os restantes filtros alfanuméricos disponíveis no serviço móvel, para a filtragem de informação do repositório de dados. Este processamento está presente no seu expoente máximo na funcionalidade de pesquisa de informação ‘perto de mim’, seja ele referente a eventos, pontos de interesse ou outros itens existentes no repositório de dados do Nó Regional, e desde que tenham informação geográfica associada (georreferenciados). Para esta funcionalidade é utilizada uma pesquisa radial a partir da localização do utilizador e com um raio pré-definido.

São também disponibilizadas opções de pesquisa (do mesmo tipo informação) ‘dentro’ de determinadas regiões registadas na área de abrangência do Nó Regional, e.g. se o Nó Regional cobre a área de um distrito poder-se-ia procurar informação pelos seus diversos concelhos.

4.6 *Descoberta do Nó Regional mais Próximo*

Como já foi referido anteriormente, cada plataforma SMITA tem registado no seu catálogo diversos Nós Regionais. Existe, no entanto, uma nuance nesse registo que caracteriza maioritariamente o tipo de Nó Regional em termos de localização física. Ou seja, cada Nó Regional pode ser caracterizado como sendo ‘local’ ou ‘externo’.

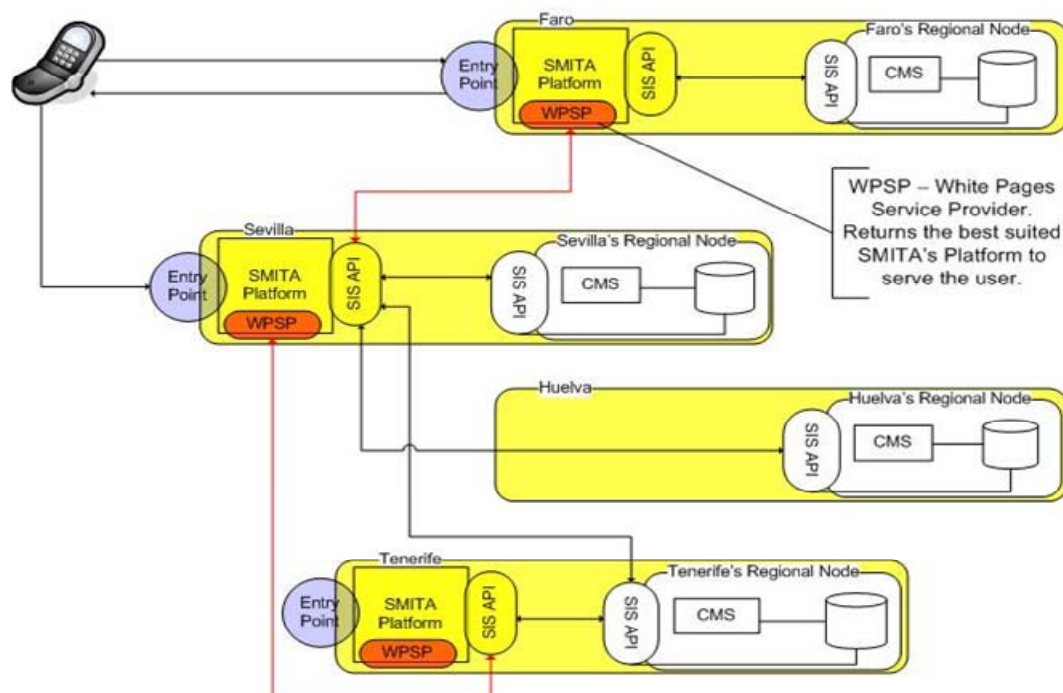


Ilustração 10: Encaminhamento do Utilizador para o Nó Regional Mais Próximo.

Segundo esta caracterização em conjunto com a informação da localização de um utilizador, a plataforma SMITA selecciona/atribui um determinado Nó Regional. Se este Nó for considerado ‘externo’, a plataforma SMITA tentará redireccionar o utilizador para a outra plataforma SMITA que serve esse Nó ‘localmente’ (ou seja, que o tem catalogado como ‘local’). Este processo optimiza a latência que poderá existir na comunicação entre uma plataforma SMITA e um Nó Regional que esteja fisicamente instalado longe dessa plataforma.

4.7 Serviços de Routing

Como complemento ao serviço de mapas é ainda disponibilizada a utilização de serviços de criação de rotas (*routing*) entre diversos pontos. Para este efeito, é exposto um API para que fontes externas com serviços de rotas possam implementar a comunicação entre estas e o Nó Regional. Desta forma é possível combinar, através de sobreposição, informação com espelho geográfico – e.g. o mapa com a localização de diversos pontos de interesse – e rotas que unem esses mesmos pontos, de forma a visualizar o melhor caminho entre a localização do utilizador e os referidos pontos de interesse.

5. CONCLUSÕES

O SIS é uma boa referência no que refere à concepção de plataformas distribuídas para serviços móveis e baseados em localização, com forte componente de informação geográfica. Um dos pontos fortes consiste na aplicação sistemática de soluções de Software Aberto (*Open Source*) e na aplicação dos standards normativos referentes às infra-estruturas de dados espaciais (IDE), nomeadamente em relação aos standards de *web mapping*.

No entanto, fomos também confrontados com algumas limitações e dependências tecnológicas que de alguma forma limitam a utilização de todas as funcionalidades dos serviços SMITA transversalmente a todos os dispositivos móveis seleccionados para o projecto. Estas limitações colocam-se maioritariamente na arquitectura da componente cliente do SIS e devem-se sobretudo à ainda insuficiente integração tecnológica (actual) entre *micro-browsers* e o hardware existente nos dispositivos móveis (e.g. GPS).

A solução encontrada para garantir com sucesso este tipo de integração passou pela utilização de um componente *ActiveX* para *micro-browser* da Microsoft, estando por isso limitado o seu uso a dispositivos PDA com Windows Mobile 4 & 5. De referir também que nas restantes plataformas e sistemas operativos móveis a tecnologia Java ainda não suporta *applets* que permitam este tipo de integração.

De forma semelhante, a integração de componentes de software que recorram a DHTML¹⁴ rico em Javascript (*thick clients*) são também problemáticos na sua utilização com *micro-browsers*. Exemplos disso são os clientes de mapas (*desktop*) para Google, Yahoo e Microsoft que os *micro-browsers* da actualidade não têm capacidade de suportar, não sendo portanto utilizados pelos serviços móveis do SIS, mas apenas pelo portal *desktop* SMITA. Assim, a solução passou pela criação de *thin clients*, com menor complexidade de Javascript, para cliente de mapa em *micro-browser* especialmente orientados para serviços WMS e Google.

¹⁴ Dynamic HTML

Entendemos também que a conclusão do projecto constitui um ponto de partida para a efectiva operacionalização da plataforma nos próximos meses nas diversas regiões que participaram no projecto SMITA, acompanhado de mais desenvolvimentos tecnológicos com o fim de melhorar e aperfeiçoar a plataforma.

6. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer em especial a todas as pessoas que contribuíram para o sucesso deste projecto. Incluímos aqui todos parceiros envolvidos no projecto SMITA, a equipa da AMAL pela coordenação do mesmo e também ao Dr. Ricardo Sena pelo seu apoio técnico à contribuição da AMAL/GLOBALGARVE.

ⁱ *EDISOFT*

Rua Quinta dos Medronheiros - Lazarim
Apartado 382 - Monte Caparica
2826-801 Caparica
Tel: +351 212 945 900
Fax: +351 212 945 999
edisoft@edisoft.pt
www.edisoft.pt

ⁱⁱ *AMAL – Grande Área Metropolitana do Algarve*

Rua General Humberto Delgado n° 20
8000-355 Faro
Tel: +351 289 880 800
Fax: +351 289 800 809.
amal@amal.pt
www.amal.pt

ⁱⁱⁱ *GLOBALGARVE*

Rua Dr. José de Matos, n° 56
8000-502 Faro
Tel.: +351 289 807 768
www.globalgarve.pt

SGROIF - Sistema de Informação e Apoio à Decisão para uma Gestão Eficiente dos Riscos e Ocorrências de Incêndios Florestais

Coucelo, Carlos; Duarte, Pedro; Sousa, Vasco & Loureiro, Nuno de Santos

*PALAVRAS CHAVE: Incêndios Florestais, Localização, Emergência,
OpenSource*

Resumo

O projecto SGROIF - Sistema de Informação e Apoio à Decisão para uma Gestão Eficiente dos Riscos e Ocorrências de Incêndios Florestais surgiu de uma iniciativa de candidatura da Universidade do Algarve ao programa InterReg IIIB Medoc - Desertnet II, no âmbito do combate à desertificação nas zonas mediterrânicas.

O projecto, que se insere no contexto dos esforços públicos para melhorar a prevenção e o combate aos incêndios florestais, e minimizar os seus impactes, teve como zona piloto do estudo o concelho de Alcoutim, o qual foi escolhido por integrar uma zona-piloto de combate à desertificação e também por ser um território onde a área ocupada com floresta tem aumentado bastante nos últimos anos. Poucos meses após o lançamento do período de testes do SGROIF a Associação de Municípios Terras do Infante (Lagos, Aljezur e Vila do Bispo) aderiu ao mesmo.

O projecto SGROIF tem como objectivo principal disponibilizar mecanismos de fácil utilização e baixo custo que, no contexto da prevenção, aviso e combate a fogos florestais, permitam o acesso expedito a informação geográfica local actualizada, disponibilizem às unidades de combate no terreno mecanismos de comunicação posicional e de comunicação de situações de emergência, e que assegurem a nível da coordenação operacional no CDOS (Centro Distrital de Operações de Socorro) um conhecimento actualizado e em tempo quase real, da localização do meios humanos e materiais de prevenção, vigilância e combate.

Na sua fase actual de implementação, o SGROIF é constituído por um nó central, o SBIAD – Sistema Base de Informação e Apoio à Decisão, localizado no CDOS de Faro, e por unidades móveis, designadas por UMA (Unidades Móveis de Acção) e que são telemóveis PDA com GPS, as quais existem distribuídas por veículos de combate do dispositivo.

O sistema foi desenvolvido recorrendo maioritariamente a software e componentes OpenSource, e esteve em testes operacionais no ano de 2007, com um total de 10 UMA, tendo como actores o CDOS de Faro, a GNR-GIPS, os Bombeiros Voluntários de Alcoutim, a Associação das Cumeadas e a Associação de Municípios das Terras do Infante.

Especificações do Sistema

Objectivos

O projecto do SGROIF teve como objectivo principal desenvolver mecanismos de fácil utilização e de baixo custo que, no contexto do combate a fogos florestais, permitam o acesso expedito a informação geográfica local actualizada, e disponibilizem às unidades de combate no terreno mecanismos de comunicação posicional e de comunicação de situações de emergência, que assegurem a nível da coordenação operacional no CDOS (Centro Distrital de Operações de Socorro), um conhecimento actualizado e em tempo quase real, da localização do dispositivo.

As especificações iniciais do sistema definiram-no como sendo constituído por três tipos de componentes operacionais, nomeadamente:

1. O SBIAD – Sistema Base de Informação e Apoio à Decisão – que residiria num CDOS ou numa carrinha de comando avançado,
2. O SCIAD – Sistema Complementar de Informação e Apoio à Decisão - que seria implementado com um equipamento portátil instalado numa carrinha de comando avançado,
3. As UMA – Unidades Móveis de Acção – e que seriam implementadas com equipamentos PDA a distribuir pelas equipas no terreno.

Do ponto de vista funcional, o sistema foi especificado como tendo que responder aos seguintes requisitos fundamentais:

1. Uma base de dados central com toda a informação geográfica relevante, acessível em permanência no SBIAD, nomeadamente frentes de fogo, rede viária, disponibilidades de água e construções,
2. Actualização contínua no SBIAD da localização de todas as unidades móveis e do SBIAD quando localizado em posto de comando avançado, recorrendo a dispositivos GPS,
3. Edição de dados geográficos e de frentes de fogo no SCIAD,
4. O cálculo de trajectos óptimos entre dois pontos, em todas as unidades componentes do sistema,
5. Assegurar comunicações permanentes e em tempo real entre as suas três componentes, SBIAD, SCIAD e UMA.

Como resultado de uma análise aprofundada das especificações iniciais do sistema, tendo em vista a sua adequação às necessidades do dispositivo, e às condições logísticas e operacionais no terreno, foram introduzidas as seguintes alterações nas especificações de implementação do sistema:

1. Assegurar a disponibilidade de informação crítica actualizada e de qualidade, relativa à caracterização da realidade no terreno, tanto nas suas vertentes estáticas (declive, exposição, caminhos, construções, etc.) como dinâmicas (disponibilidades de água, localização das frentes de fogo, obstruções em caminhos, localização das equipas, etc.), acessível a todos os componentes do sistema, como condição essencial para o seu sucesso,
2. Assegurar a existência de um ponto central de armazenamento da informação, cuja fiabilidade, redundância e disponibilidade de acesso sejam asseguradas em permanência, sediando o SBIAD em permanência num local fixo, com uma infraestrutura de acesso à rede internet estável e com uma largura de banda adequada,
3. Implementar mecanismos de comunicação de dados utilizando mensagens SMS sobre GSM entre o SBIAD e as UMA, tendo em conta as limitações de cobertura geográfica das redes GPRS e UMTS, e capazes de recuperarem de períodos de ausência de cobertura,
4. Adoptar o conceito de comunicação em “tempo quase real”, diferindo no tempo e em função da deslocação de uma UMA, o envio de mensagens SMS com a posição GPS,
5. Recorrer a comunicação GPRS ou UMTS apenas entre o SBIAD e o SCIAD, obrigando o equipamento o SCIAD a situar-se num local com cobertura de rede GPRS ou UMTS,
6. Utilizar as UMA também como dispositivos de recolha e edição de dados geográficos, mas fora do contexto da vigilância e do combate aos fogos,
7. Possibilitar no entanto que as UMA quando utilizadas em vigilância ou no combate a fogos, possam efectuar a edição de alterações de carácter urgente, nomeadamente a obstrução de vias existentes e a alteração da disponibilidade de água de pontos de água, e comunicá-las de imediato ao SBIAD,

8. Possibilitar o envio pelo SBIAD para cada UMA, da localização da totalidade ou de parte das restantes UMA activas no terreno, e das alterações de dados de carácter urgente.

Adicionalmente, tendo em conta as existências de necessidades distintas consoante os períodos do ano, e os níveis de alerta, foi definido que o sistema deveria assumir três modos distintos de funcionamento, nomeadamente;

1. O modo “Actualização de informação”, em que o objectivo principal consiste na recolha e edição de dados no campo,
2. O modo de “Vigilância”, em que se privilegia a identificação e a comunicação expedita de ocorrências de fogos,
3. O modo de 1ª Intervenção e/ou Intervenção intensa, quando no decurso de uma operação de combate a um fogo,

adequando as funções a disponibilizar aos objectivos essenciais do combate aos fogos, e privilegiando a simplicidade, intuitividade e facilidade de utilização das interfaces aplicacionais.

Actores do Sistema

Quando se deu início à implementação do sistema, os seus actores principais eram a Câmara Municipal de Alcoutim, onde se previa instalar inicialmente o SBIAD, os Bombeiros Voluntários de Alcoutim e a Associação das Cumeadas, a quem seriam distribuídas UMA, cabendo ao CDOS um papel ainda por definir.

Na sequência da apresentação do sistema ao CDOS de Faro, dos contactos então estabelecidos pela UALG e do interesse que o sistema despertou junto do CDOS, foi colocado à CCCGeomática e foi aceite, o desafio de instalar o SBIAD no CDOS de Faro e, posteriormente, de acrescentar à zona de teste inicialmente prevista para o Concelho de Alcoutim, uma nova zona de teste constituída pelos Concelhos de Aljezur, Lagos e Vila do Bispo, com a inclusão no sistema da Associação de Municípios das Terras do Infante.

Redefinição das Especificações e das Prioridades

Na sequência da decisão de implementação do SBIAD no CDOS de Faro, foi efectuada em conjunto com o CDOS uma nova avaliação dos requisitos do sistema, que, tendo em conta as necessidades adicionais de análise, algumas dificuldades relacionadas com a criação da base de dados geográfica de vias e as

limitações orçamentais existentes para a implementação do projecto, obrigou a redefinir prioridades, tendo sido introduzidas as seguintes alterações de fundo nas especificações e nas prioridades de implementação do sistema:

1. A necessidade de contemplar um novo modo de funcionamento das UMA, o modo Helicóptero, por forma a integrar no sistema o helicóptero da ANPC sediado no Algarve,
2. A necessidade de visualizar no Google e em tempo real, para além dos dados de localização de fogos e de unidades móveis disponibilizados pela ANPC, a última localização de todas as UMA integradas no sistema SGROIF e de todos os alertas de fogo destas oriundos,
3. O abandono da implementação do SCIAD nesta fase, passando o seu desenvolvimento para uma fase posterior,
4. A implementação da funcionalidade de cálculo de percursos apenas como um protótipo operacional, deixando a redefinição das suas funcionalidades e o modo de operação, e a resolução das limitações actuais no cálculo de impedâncias, decorrentes dos erros detectados no MDT (modelo digital de terreno) existente, para uma fase posterior.

Infraestrutura Tecnológica

Uma das características essenciais do SGROIF residiu na utilização de software de base de dados, software SIG e bibliotecas de componentes OpenSource, nomeadamente PostgreSQL/PostGIS, MapWindow, ZigGIS, SharpMap e SMSLib, sendo apenas utilizada uma licença comercial do software SIG ArcGIS ArcView.

O desenvolvimento do sistema tendo como base a utilização maioritária de componentes OpenSource, de que decorre a inexistência de custos de licenciamento de software de base, constitui-se como uma vantagem no contexto de uma futura expansão do sistema.

Em termos de hardware, para além do equipamento a instalar no SBIAD, cujas características de fiabilidade, disponibilidade e redundância necessitaram de ser asseguradas como garante da fiabilidade geral do sistema, todos os restantes componentes assentam na utilização de equipamentos de uso corrente, que são PDAS com telemóvel e receptor GPS integrado no caso das UMA, e um computador portátil com GPS externo e placa UMTS no caso do SCIAD.

Características do Sistema

Arquitectura

Na sua fase actual de implementação, o SGROIF é constituído por um nó central, o SBIAD – Sistema Base de Informação e Apoio à Decisão, localizado no CDOS de Faro, e por unidades móveis, UMA (Unidades Móveis de Acção), as quais existem distribuídas por veículos de combate do dispositivo.

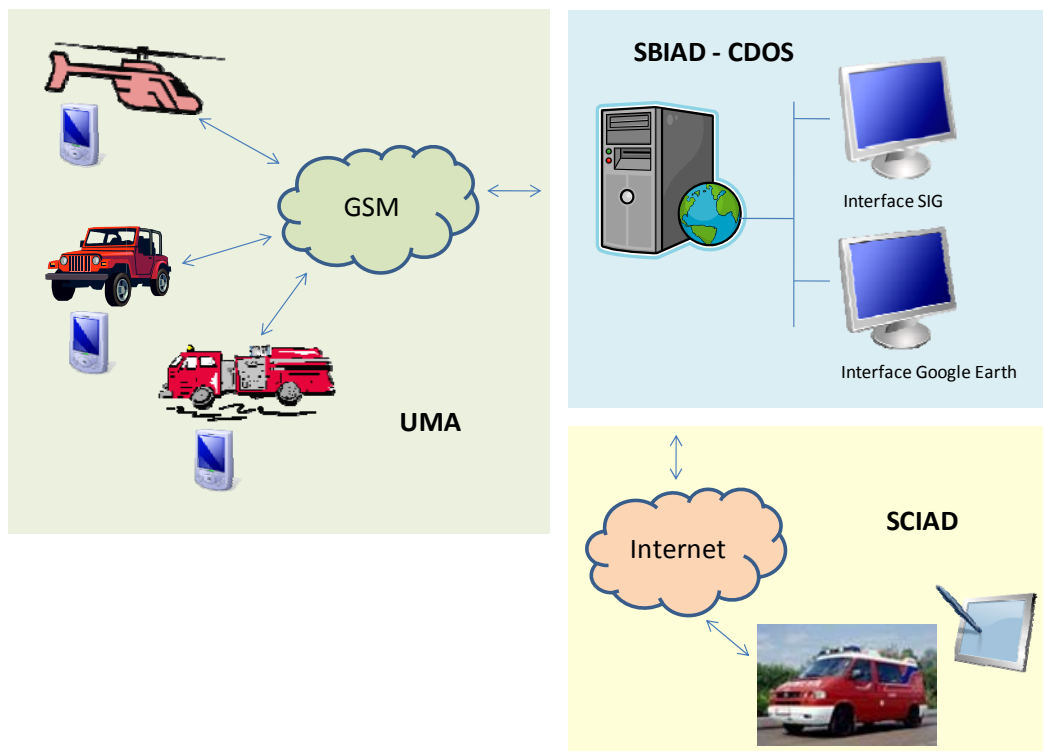


Fig. 1 – Arquitectura do SGROIF - Componentes

O SCIAD – Sistema Complementar de Informação e Apoio à Decisão, que apesar de representado no diagrama de arquitectura do sistema não foi implementado nesta fase, tinha como objectivo disponibilizar os meios de edição geográfica e de gestão do dispositivo, adequados a um posto de comando avançado.

Na fase actual, em que foram utilizados apenas dois polos de teste do sistema, um no Concelho de Alcoutim e outro nos Concelhos de Aljezur, Lagos e Vila do Bispo, e um número limitado de actores, optou-se por não desenvolver esta componente do sistema, a qual se considera no entanto ser imprescindível num contexto de intervenção mais alargado e com um maior número de intervenientes.

SBIAD - CDOS

O SBIAD, que constitui o núcleo central do SGROIF, possui as 3 funções fundamentais a seguir indicadas:

- Centralização de informação:
 - Dos dados geográficos, vectoriais e imagem, relativos à área de intervenção do CDOS, e relevantes no contexto do combate a fogos florestais,
 - Das actualizações de dados geográficas que forem efectuadas no âmbito de campanhas de actualização de dados, fora da época oficial de fogos,
 - Das actualizações de dados geográficos de carácter urgente, enviadas pelas unidades no terreno durante as acções de vigilância e de combate a fogos florestais, nomeadamente:
 - A disponibilidade de água nos pontos de água,
 - A existência de obstáculos nas vias que impeçam a circulação de veículos de combate,
 - A evolução de frentes de fogo (a editar pelo SCIAD – não implementado)
 - Da localização geográfica de todas as unidades móveis integradas no sistema, quando em acções de vigilância ou intervenção,
 - Das mensagens enviadas pelas UMA, nomeadamente os alertas de ocorrência de fogos, e a comunicação de quaisquer situações relevantes identificadas no terreno.
- Gestão de informação:
 - Relativa às UMA integradas no sistema, aos respectivos números de telemóvel e ao tráfego de mensagens SMS gerado de e para cada uma delas,
 - Relativa à alocação das UMA pelas entidades que intervêm no combate a fogos,
 - Relativa à alocação das UMA a grupos de intervenção,
 - Relativa aos alertas de fogo e a outras mensagens enviadas pelas UMA, filtrando-as e validando-as,
 - Relativa às actualizações urgentes de informação.
- Divulgação de informação:
 - a. Pelas UMA:
 - Da localização de cada UMA pelas restantes UMA, para a totalidade do dispositivo, ou apenas para um ou mais grupos seleccionados de UMA,
 - Das actualizações urgentes recebidas e processadas, nomeadamente:
 - disponibilidades de pontos de água,
 - vias intransitáveis,

- frentes de fogo (não implementado)
- Da localização de um fogo a que uma UMA se deverá deslocar,
- b. Para visualização no Google Earth em conjunto com os dados disponibilizados pela ANPC:
 - Da localização de fogos e alertas de fogo,
 - Da localização das UMA activas alocadas ao dispositivo.

Para a implementação destes 3 grupos de funções, existe no SBIAD uma infraestrutura tecnológica de base de dados, software de base e software aplicacional, que a seguir se descreve.

Base de Dados

A base de dados do SGROIF foi desenvolvida sobre o sistema de gestão de base de dados relacional OpenSource PostgreSQL, tendo-se utilizado a extensão PostGIS para PostgreSQL, para o armazenamento dos respectivos dados espaciais.

Os dados alfanuméricos contemplam toda a informação necessária relativa à gestão dos utilizadores da base de dados, dos telemóveis em uso pelo sistema, da caracterização das UMA e das entidades a que estão atribuídas, da gestão de grupos de UMA para efeitos de filtragem no envio de mensagens e de localizações, o registo do tráfego de SMS entre o SBIAD e as UMA para efeitos estatísticos e de controlo de custos, e todo o arquivo histórico desta informação. No que se refere aos dados geográficos vectoriais, a base de dados contempla dois tipos de dados:

1. Os dados pontuais relativos às mensagens enviadas pelas UMA, que são sempre associados à coordenada espacial do ponto em que a UMA se situava na altura em que a mensagem foi emitida,
2. Informação geográfica relativa à caracterização do espaço de intervenção do CDOS, que nesta fase apenas considerou com o detalhe pretendido a área do Concelho de Alcoutim, e que inclui os seguintes temas:
 - a. Rede viária e de caminhos,
 - b. Pontos de água,
 - c. Construções,
 - d. Aglomerados,
 - e. Limites urbanos,
 - f. Curvas de nível.

No que se refere a dados imagem, foram utilizados os ortofotos da DGRF – Direção Geral de Recursos Florestais, para a totalidade da região do Algarve, em

formato ECW (Enhanced Compressed Wavelet) e com resolução de 50cm, produzidos a partir de voo com data de Agosto de 2005, os quais assumem uma enorme importância na facilidade de reconhecimento do terreno, e são utilizados como informação de referência, tanto no SBIAD como nas UMA.

Estes dados estão organizados como ficheiros independentes, localizados em disco, e acessíveis sob a forma de catálogos de imagens.

Adicionalmente, foram utilizados dados geográficos no formato SIG standard shapefile, que não foram integrados na base de dados PostGIS. Estão neste caso os dados espaciais relativos à segunda área de teste, pelo facto de não estarem devidamente estruturados e classificados de acordo com as regras dos PMDFCI – Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios, nem ser possível editá-los e normalizá-los em tempo útil.

O sistema de referenciação espacial adoptado foi o Hayford-Gauss Datum 73 com origem no ponto central, pelo que todos os dados vectoriais e imagem utilizados no âmbito do SGROIF estão neste sistema de referência.

Gestor de Comunicações SMS

Tendo em conta a realidade actual da cobertura da rede GSM em meio florestal, que é em geral má e por vezes mesmo inexistente, o sistema de comunicação de dados entre as UMA e o SBIAD foi concebido para funcionar sobre um suporte de mensagens SMS, e para ser capaz de se adaptar a falhas de cobertura da rede.

Para o efeito foi desenvolvida a partir de componentes da biblioteca SMSLib uma aplicação que gere a recepção e o envio de mensagens do lado do SBIAD, e uma outra aplicação que faz o mesmo do lado de cada UMA.

Em qualquer dos casos, a aplicação de gestão de SMS, efectua duas tarefas essenciais:

1. Recebe, descodifica e interpreta as mensagens de SMS recebidas,
2. Procede ao envio de mensagens de acordo com os parâmetros de envio de mensagens pré-definidos.

No caso da aplicação de gestão de SMS no SBIAD, acontece o seguinte na sequência da recepção de uma mensagem SMS:

1. É efectuada a validação do número de telefone que enviou a mensagem, o qual terá que estar registado no sistema,
2. A mensagem é processada e, caso seja válida, o resultado é guardado na base de dados, numa tabela que dependerá do respectivo conteúdo.

Quando surge a necessidade de enviar uma mensagem para uma ou mais UMA, seja para divulgar as novas localizações das restantes UMA, seja para enviar a localização de um fogo, esse envio poderá não acontecer de imediato.

Efectivamente, no caso das mensagens de localização, existe um intervalo mínimo entre a recepção de uma nova mensagem de localização de uma UMA pelo SBIAB e a divulgação via SMS dessa localização e de todas as localizações entretanto recebidas pelo SBIAD, que é controlado pelo valor de um dos parâmetros do ficheiro de configuração da aplicação de gestão de SMS.

Existem várias situações que poderão gerar a necessidade de proceder ao envio de uma mensagem para uma ou mais UMA, nomeadamente:

1. Foi recebida pelo SBIAD uma nova posição de uma UMA, a qual deverá ser comunicada às restantes UMA,
2. Foi processada uma ou mais mensagens de alerta de fogo e gerada uma ocorrência de fogo que é necessário comunicar a uma ou mais UMA,
3. Foi processada uma mensagem de actualização urgente de dados na base de dados que, uma vez processada, é necessário comunicar a uma ou mais UMA.

A gestão do envio das mensagens de localização é controlada recorrendo a um contador de tempo, o qual, caso não esteja activo, será iniciado quando chegar uma nova mensagem de localização. Decorrido o tempo indicado num dos parâmetros do sistema, o gestor de mensagens dará início ao envio das mensagens de localização entretanto recebidas.

Interfaces SIG

Existem duas interfaces SIG distintas em utilização no SBIAD, uma baseada no software OpenSource MapWindow GIS, e uma outra baseada no software comercial ArcGIS ArcView, com funções distintas e complementares no sistema.

ArcGIS ArcView

O ArcGIS ArcView foi seleccionado como a plataforma de edição de dados espaciais, a qual acontece no formato nativo Geodatabase, sendo os dados carregados posteriormente para PostGIS.

Este carregamento começou por ser efectuado inicialmente com a extensão ArcGIS Data Interoperability, a qual foi também utilizada como o cliente de ArcGIS para PostGIS. Entretanto, em resultado das limitações reveladas pela

extensão Data Interoperability como cliente de ArcGIS para PostGIS, foi abandonada a sua utilização e adoptado em alternativa o uso do software OpenSource ZigGIS, sobre o qual foram efectuados alguns desenvolvimentos complementares, por forma a incorporar algumas funcionalidades omissas, como por exemplo o suporte de campos de tipo data.

A interface ArcGIS é utilizada na gestão de dados relativos a telemóveis, UMA e grupos, bem como no processamento e tratamento das mensagens de ocorrências, alertas e edição de dados, provenientes das UMA, recorrendo-se para o efeito a uma aplicação desenvolvida sobre ArcObjects em C++ e .Net, que acrescenta ao ArcGIS uma nova barra de ferramentas, cujo aspecto gráfico se pode observar na imagem da Fig. 2.

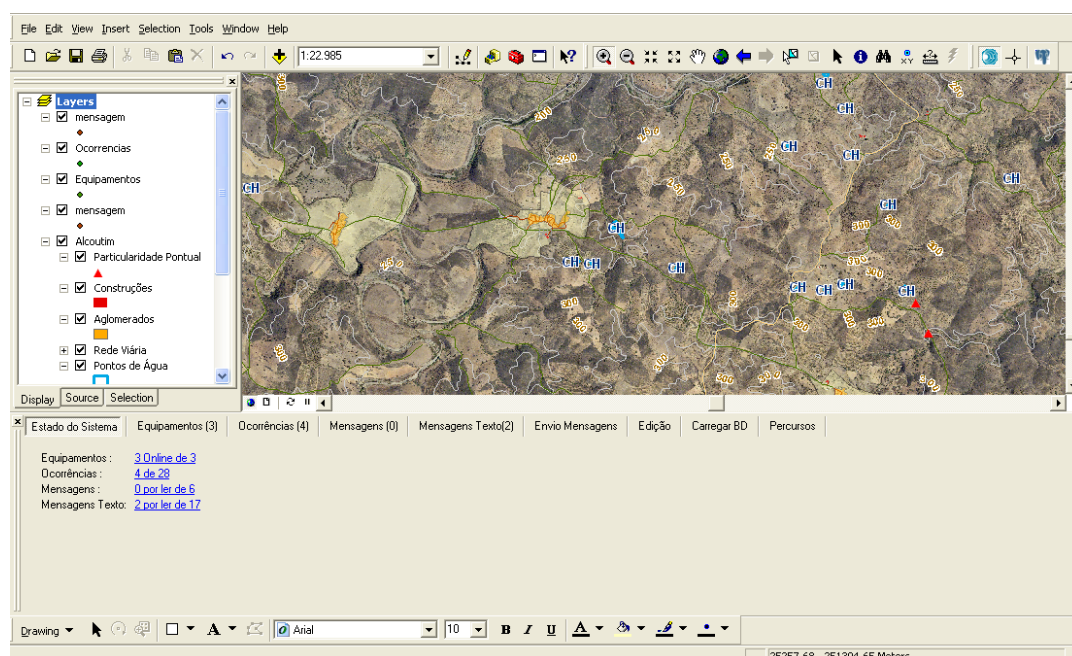


Fig. 2 - Interface ArcGIS para o SGROIF

Esta barra de ferramentas possui os 9 separadores distintos, que agrupam funcionalidades específicas, nomeadamente:

1. Estado de processamento das mensagens recebidas pelo sistema,
2. Gestão das UMA integradas no sistema,
3. Gestão de mensagens tipificadas, nomeadamente socorro, fogo no local e fogo no azimuth,
4. Gestão de mensagens tipificadas pré-definidas, relacionadas nomeadamente com alterações de estado nos atributos de pontos de água e da rede viária,
5. Visualização de mensagens de texto sem qualquer contexto espacial,

6. Envio de mensagens especiais para as UMA,
7. Edição da componente alfanumérica das tabelas geográficas definidas no contexto do SGROIF,
8. Carregamento na base de dados das posições GPS, da velocidade e da cobertura da rede GSM, registadas diariamente e segundo a segundo pelas UMA, no respectivo cartão de memória,
9. Cálculo de percursos entre dois pontos e do percurso até ao ponto de água mais próximo.

MapWindow GIS

O MapWindow GIS tem no SGROIF uma importante função de interligação com os equipamentos móveis, ao nível dos projectos e dos dados geográficos por estes utilizados.

O MapWindow GIS é um software SIG desktop OpenSource que, como cliente PostGIS que é, acede directamente aos dados espaciais vectoriais armazenados na base de dados PostGIS, e que lê e edita dados geográficos vectoriais em formato shapefile, e aceita dados raster em formatos diversos, entre os quais o ECW utilizado neste projecto.

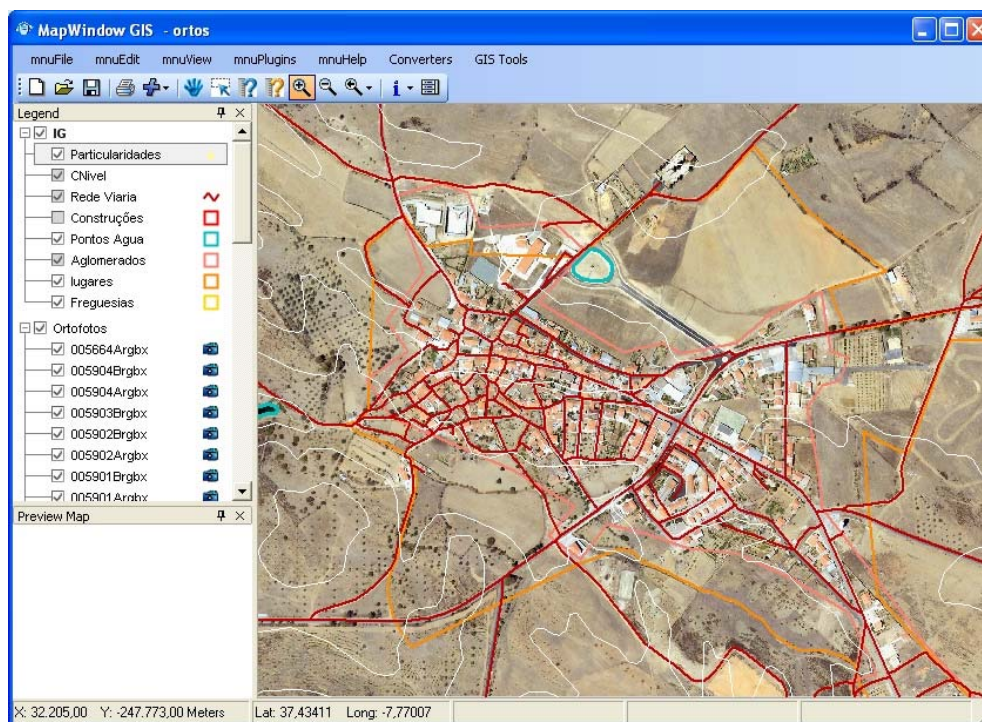


Fig. 3 – Projecto MapWindow para uma UMA

No SGROIF, a aplicação geográfica que corre nas UMA foi concebida por forma a trabalhar directamente com projectos criados em MapWindow GIS. Assim sendo, preparar dados para uma Unidade Móvel de Acção, começa pela criação de um projecto MapWindows GIS, o qual será depois colocado num cartão de

memória compatível com a UMA, juntamente com os dados vectoriais e imagem nele referenciados.

Servidor de Dados para o Google Earth

A ANPC (Autoridade Nacional de Protecção Civil) utiliza o Google Earth como suporte da visualização das ocorrências de fogos a nível nacional. O CDOS de Faro utiliza esta interface e pretendeu que as ocorrências de fogos e as localizações das UMA recebidas no âmbito do SGROIF, pudessem ser visualizadas na mesma interface, em complemento com a informação servida pela ANPC.

Para o efeito foi desenvolvido um serviço ASP sobre IIS, que serve os seguintes dados em tempo real, uma vez estes disponíveis na base de dados do SGROIF:

1. A última posição de cada UMA, utilizando o símbolo definido pelo campo “símbolo” da tabela “UM”.
2. Todas as ocorrências de fogo activas.

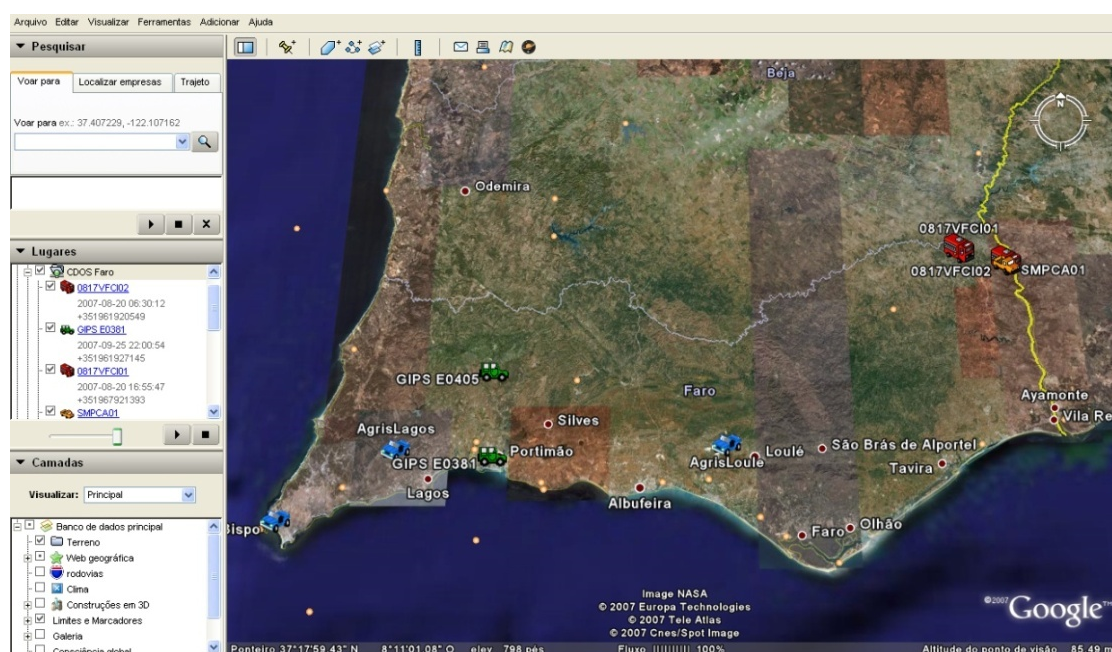


Fig. 3 - Interface Google Earth para o SGROIF

O acesso a este serviço é efectuado adicionando ao Google Earth um endereço que inclui um filtro para visualizar a localização das UMA de uma entidade específica ou de todas as entidades integradas no SGROIF.

Unidades Móveis de Acção

As Unidades Móveis de Acção estão equipadas com equipamentos PDA com Windows Mobile, com telemóvel e GPS integrados, nos quais executa software aplicacional que tem como objectivo assegurar a comunicação posicional e de situações de emergência ao CDOS, por forma a assegurar a nível central um conhecimento actualizado e em tempo quase real, da localização do dispositivo, e disponibilizar a cada UMA, de uma forma simples e intuitiva, um conhecimento actualizado do terreno no local e da localização das restantes UMA em operação na proximidade.

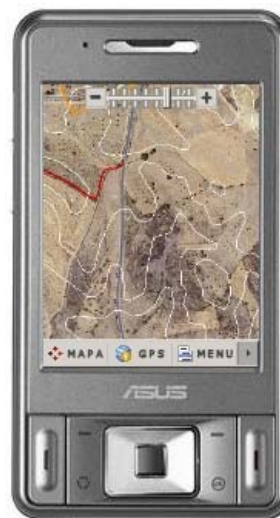


Fig. 4 - Interface UMA

O software geográfico que executa nas UMA, designado por GisViewer, foi desenvolvido sobre componentes OpenSource, nomeadamente SharpMap, NetTopologySuite e SQLite.

O aspecto gráfico da interface geográfica do GisViewer é o apresentado na Fig. 4, sendo o conteúdo das camadas de informação utilizadas, a respectiva ordem, a simbologia e as gamas de escalas de representação, definidos recorrendo a um projecto MapWindow GIS de nome ortos.mwprj, que uma vez colocado no cartão de memória do PDA, será aberto automaticamente pelo GisViewer quando se inicia a sua execução.

Adicionalmente, executa nas UMA, em “background”, uma aplicação de gestão da recepção e envio de mensagens, designada por UMA_SMS, que, sob controlo dos parâmetros de configuração armazenados no ficheiro GisViewer.ini, envia de uma forma automática para o SBIAD a posição GPS da unidade móvel, bem como mensagens originadas a pedido do utilizador e mensagens de mudança de estado.

Gestão de Mensagens

A gestão de mensagens no PDA é efectuada em “background” pela aplicação SMS_UMA, a qual é lançada pelo GisViewer quando do respectivo arranque. As duas aplicações comunicam por intermédio de eventos e das tabelas na base de dados UMA_SMS.db3, em formato SQLite.

A aplicação SMS_UMA lê as mensagens SMS recebidas pelo PDA, guarda cada mensagem recebida na base de dados, e notifica o GisViewer dessa chegada. De igual modo, quando a aplicação GisViewer necessita de enviar uma mensagem, essa mensagem é guardada na base de dados e a aplicação SMS_UMA é notificada da existência de uma nova mensagem para enviar.

Durante a execução da aplicação GisViewer podem ser gerados quatro tipos de mensagens:

1. Mensagens de alteração de estado

O envio destas mensagens acontece de modo automático sempre que a aplicação GisViewer entra ou sai de qualquer dos seus modos de operação de intervenção ou de vigilância, por forma a que o SBIAD possa saber em permanência quais as unidades que estão no terreno, ligadas e em estado operacional.

2. Mensagens de texto tipificadas

São mensagens predefinidas com recurso a um ficheiro de parametrização XML, para o envio de alertas relativos a ocorrências de fogos, pedidos de socorro e pedidos de edição urgente de dados, relativos nomeadamente à obstrução e desobstrução de vias ou à alteração da disponibilidade de água em pontos de água. Estas mensagens são enviadas a pedido do utilizador.

3. Mensagens de texto livre

Como o próprio nome indica são mensagens de texto livre, que poderão servir para registar e comunicar quaisquer situações consideradas relevantes identificadas no terreno. Estas mensagens são enviadas a pedido do utilizador.

4. Mensagens de localização

São mensagens enviadas de forma automática pela aplicação GisViewer, destinadas a dar a conhecer ao CDOS a nova localização de uma UMA. Embora uma UMA receba no GPS coordenadas com um intervalo de um segundo, o envio da sua posição ao CDOS acontece de modo assíncrono, apenas se a unidade se deslocar mais do que uma determinada distância ou decorrido um intervalo de tempo mínimo, com base nos valores dos parâmetros de configuração de envio de mensagens de localização, os

quais dependem do modo de operação da UMA e podem ser alterados nos menús de configuração da aplicação.

O software de envio e recepção de mensagens foi concebido para funcionar num contexto de falhas de cobertura na rede GSM e de interrupções no funcionamento dos PDA, lidando com estas situações da seguinte forma:

- O GisViewer emite pedidos de envio de mensagens à aplicação UMA_SMS, adicionando-as à base de dados de mensagens, mas não espera por qualquer resposta ou conclusão do pedido por parte da UMA_SMS,
- Enquanto existir cobertura de rede, as mensagens pendentes para envio na base de dados, serão enviadas uma a uma, por ordem de chegada,
- Tratando-se de mensagens de localização, caso exista mais do que uma mensagem pendente para envio, só será enviada a correspondente à última posição, sendo descartadas as restantes,
- Não existindo cobertura de rede, não são enviadas mensagens.

Funcionalidades e Modos de Operação

A aplicação GisViewer dispõe de 4 modos de operação, Intervenção, Helicóptero, Vigilância e Actualização, com um tipo de interface específico para o modo Helicóptero, e um outro comum aos restantes modos de operação.

As funcionalidades da aplicação GisViewer e a sua disponibilidade para cada modo de operação, constam da tabela 1.

Funcionalidades da Aplicação GisViewer	Disponibilidade em Função do Modo de Operação			
	Intervenção	Helicóptero	Vigilância	Actualização
Envio de localizações GPS	S	S	S	N
Régua de “zoom” ocultável	S	S	S	S
Centrar mapa	S	N	S	S
Zoom + e Zoom – acessível via menu	N	N	N	S
Zoom em função da velocidade de deslocação	N	S	N	N
Indicação de velocidade, rumo e distância	N	S	N	N
Deslocação (“pan”) com botões de hardware	S	S	S	S
Alternar por hardware entre a escala de trabalho e a escala de enquadramento	S	S	S	S
Redesenhar mapa	S	S	S	S
Dicas de mapa	S	S	S	S
Identificar objectos espaciais	N	S	S	S
Introduzir destino	N	S	N	N
Editar atributos	N	S ¹	S ¹	S ¹
Editar atributos com base na posição GPS	N	N	N	S ¹
Editar anotações	N	N	N	S ¹
Enviar SMS	S	S	S	S
Enviar ocorrências de fogos	S	N	S	S
Calcular percursos óptimos	S	N	S	S
Janela de visualização de coordenadas	S ²	S ³	S	S
Janela de estado (do GPS, da cobertura de rede GSM, da bateria e da disponibilidade de memória)	S	S	S	S
Parar e iniciar GPS	N	N	N	S
Opção de Centragem automática	S ⁴	S ⁴	S	S
Janela de Mensagens	S	S	S	
Listar temas com a possibilidade de os ligar e desligar	N	N	N	S
Ecrã “Sobre”	N	S	S	S
Chamadas de emergência (112 e 117)	S	S	S	S
Menú de Configuração	S	S	S	S

¹ Depende do conteúdo do ficheiro XML para o tema e modo de operação

² Visível por omissão

³ Integrado no ecrã de visualização da velocidade, do rumo e da distância ao destino

⁴ Por omissão

Tabela 1 – Funcionalidades da aplicação Gisviewer por modo de operação

Parametrização

O comportamento da aplicação GisViewer depende de três factores:

1. Do projecto MapWindow GIS que utiliza e dos dados que este referencia, os quais condicionam não apenas a qualidade visual do respectivo mapa, como também a rapidez no desenho do mapa associado às funções de deslocação e de “zoom” e a velocidade de acesso aos dados nas operações de inquirição de atributos,
2. Dos valores dos parâmetros definidos nos respectivos menus de configuração, e que são guardados no ficheiro de parametrização GisViewer.ini,
3. Dos valores dos parâmetros de configuração de cada tema geográfico utilizado no projecto MapWindow GIS em uso pela aplicação, guardados em ficheiros de configuração em formato XML, específicos para cada modo de operação.

Da Aplicação - GisViewer.ini

Os parâmetros de configuração da aplicação são guardados num ficheiro, de uma forma transparente para o utilizador, podendo este alterá-los entrando nos menus de parametrização da aplicação, desde que para tal possua a respectiva password de acesso.

O menú de configuração possui um nível base, sem password, que permite efectuar a transição entre os estados de Intervenção, Helicóptero e Vigilância, e um nível avançado, protegido por password, para entrar no modo de Actualização e para alterar os valores dos parâmetros de configuração da aplicação, os quais estão distribuídos nos 6 grupos seguintes, a que correspondem outros tantos ecrãs:

1. Parâmetros de carácter geral
2. Parâmetros relativos ao GPS e ao sistema de projecção
3. Parâmetros de definição de escalas
4. Parâmetros de envio de mensagens de localização
5. Parâmetros de controlo da edição de dados geográficos
6. Parâmetros de controlo do cálculo de percursos

Dos Dados - Ficheiros XML

Os dados geográficos utilizados pela aplicação GisViewer são, como já referido, os dados referenciados pelos “layers” que constam no respectivo projecto MapWindow GIS.

A forma como as respectivas tabelas e os respectivos campos aparecem e são utilizados na interface do GisViewer, para cada um dos seus 4 modos de

operação, é controlada com o recurso a ficheiros de parametrização em formato XML. Para cada modo de operação, estes ficheiros são guardados numa pasta com o nome do modo de operação, que por sua vez está guardada numa pasta cujo nome é igual ao do projecto MapWindow GIS utilizado pelo GisViewer, acrescido do sufixo “.xml”, e que está localizada na raiz do cartão de memória do PDA.

Nestes 4 grupos de ficheiros, de que se mostra na Fig. 5 um exemplo parcial de um dos ficheiros de parametrização para o “layer” de rede viária, pode-se actuar sobre os seguintes parâmetros:

- Para a tabela:
 - O aliás da tabela (descricao="Rede Viária")
 - Se a tabela é editável ou não (editavel="1" ou editavel="0")
 - Se a tabela é identificável ou não (identificavel="1" ou identificavel="0")
- Para cada campo de dados na tabela:
 - O aliás do campo (descricao="Classe")
 - Se o campo surge ou não na janela de inquirição (visivel="1" ou visivel="0")
 - Se o campo surge ou não na janela de dicas de mapa (desc="1" ou desc="0")
 - A forma como o campo surge nas janelas de identificação, edição e de dicas, com tipoShow=:
 - “0” Só leitura
 - “1” Caixa de Texto
 - “2” Editor de Texto
 - “3” ComboBox
 - “4” ListBox
 - O tipo dos dados, que poderá ser tipo=:
 - “0” Texto
 - “1” Número
 - “2” Data
 - “9” Geometria
 - A lista de valores que aparecerá na respectiva caixa “combo” de edição, definida com os “tags” “lookup” e “lookitem”

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
- <tabela nome="vias" descricao="Rede Viária" editavel="1" identificavel="1" sql_select="select *
  from vias">
  <campo nome="OBJECTID" descricao="OBJECTID" tipoShow="1" tipoDados="0" visivel="0"
    desc="0" />
  - <campo nome="CLASSE_RV" descricao="Classe" tipoShow="0" tipoDados="0" visivel="1"
    desc="1">
    - <lookup>
      <lookitem nome="PRN" valor="Plano Rod. Nac." />
      <lookitem nome="REM" valor="Est. Municipal." />
      <lookitem nome="RVF" valor="Est. Florestal" />
      <lookitem nome="VUR" valor="Via Urbana" />
      <lookitem nome="ORP" valor="Outra Via" />
      <lookitem nome="ND" valor="Não Definida" />
    </lookup>
  </campo>
  <campo nome="DESIGNACAO" descricao="Designacao" tipoShow="0" tipoDados="0"
    visivel="1" desc="0" />
  - <campo nome="PISO" descricao="Piso" tipoShow="3" tipoDados="0" visivel="1" desc="1">
    - <lookup>
      <lookitem nome="A" valor="Asfalto" />
      <lookitem nome="M" valor="Macadame" />
      <lookitem nome="P" valor="Pedras" />
      <lookitem nome="S" valor="Terra batida" />
      <lookitem nome="O" valor="Outro" />
      <lookitem nome="" valor="Não definido" />
    </lookup>
  </campo>
  <campo nome="LARGURA" descricao="Largura (m)" tipoShow="1" tipoDados="0" visivel="0"
    desc="0" />
  <campo nome="SHAPE_Leng" descricao="Comprimento" tipoShow="0" tipoDados="0"
    visivel="1" desc="1" />
</tabela>

```

Fig. 5 – Exemplo de Ficheiro XML de Configuração dos Dados de uma Tabela

Estes ficheiros, caso não existam ainda, serão criados automaticamente pelo GisViewer quando este executar em cada um dos seus modos de operação, e deverão ser posteriormente editados para definir valores para os seus parâmetros, adequados a cada modo de intervenção, ocultando campos, limitando ou não a possibilidade de editar a tabela como um todo ou cada campo em particular, e os campos que faz sentido ou não mostrar na janela de identificação e na janela de dicas.

Para o efeito basta utilizar um editor XML standard e saber onde actuar no ficheiro. No entanto, para facilitar este trabalho de edição, foi desenvolvida a aplicação “Editor XML” cuja interface se mostra na imagem na Fig. 6.

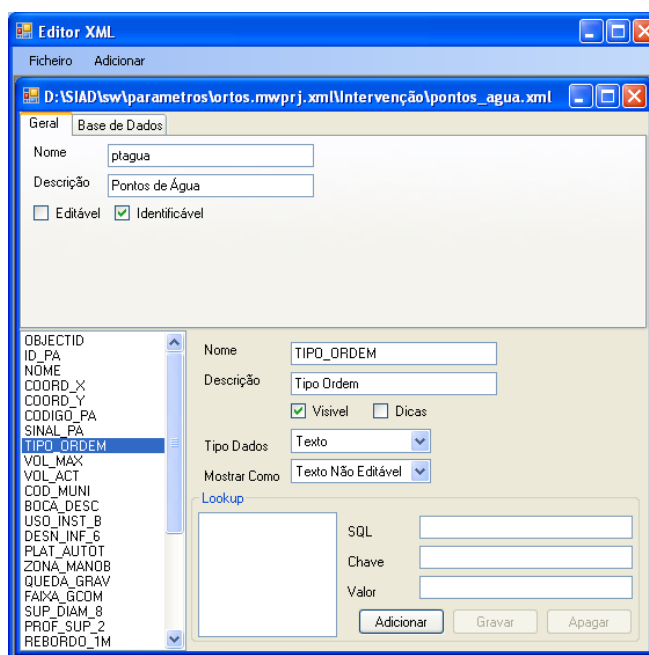


Fig. 6 - Interface do Editor XML

Base de Dados

A base de dados do SGROIF foi desenvolvida sobre o SGDB relacional PostgreSQL, com a extensão espacial PostGIS, e integra dois grupos distintos de dados:

1. Os dados geográficos e as tabelas alfanuméricas necessários para suporte da localização das unidades móveis e da comunicação de mensagens entre as unidades móveis e o CDOS, que constituem as “Tabelas UMA-SMS”.
2. Os dados geográficos de caracterização do terreno, que constituem as “Tabelas Terreno”.

A base de dados geográfica da área de estudo correspondente ao Concelho de Alcoutim foi criada em ambiente Geodatabase pessoal com o software ArcView ArcGIS. O modelo de dados utilizado segue as recomendações para a estrutura de dados dos Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI), tendo sido efectuado um trabalho exaustivo de levantamento e de edição de dados, por parte da Associação das Cumeadas e da equipa da Universidade do Algarve. Uma vez criada e editada a base de dados geográficos em Geodatabase, os dados foram exportados de Geodatabase para PostGIS, utilizando o seguinte procedimento:

1. Exportação em ArcGIS ArcView de cada “layer” relativo a uma classe de entidades na Geodatabase para um ficheiro em formato shapefile
2. Exportação em MapWindow GIS de cada ficheiro shapefile para a respectiva tabela na base de dados PostGIS, utilizando as funcionalidades standard de exportação para PostGIS deste software.

Preparação de Dados para as Unidades Móveis

A preparação de dados para utilização pelas unidades móveis é efectuada recorrendo à criação de um projecto MapWindow GIS.

A aplicação GisViewer executada em cada UMA utiliza o ficheiro de projecto MapWindow GIS definido nos seus parâmetros de configuração, para construir o mapa que é mostrado no ecrã.

A simbologia utilizada na representação dos temas vectoriais e imagem, os textos associados a cada tema e as gamas de escalas utilizadas para a representação dos temas vectoriais e do respectivo texto, são os definidos no projecto MapWindow GIS. Só para os temas imagem é que as escalas definidas no projecto são

ultrapassadas pelo parâmetro de controlo da escala mínima de visualização das imagens, definido no ficheiro de parametrização da aplicação GisViewer.

A preparação deste projecto efectua-se de modo interactivo, acrescentando os temas a um projecto e definindo as suas características, sendo necessário que os temas vectoriais sejam previamente convertidos para formato shapefile, na medida em que o MapWindow GIS não suporta o formato de Geodatabase.

No projecto SGROIF, os dados shapefile que foram utilizados para carregar a base de dados PostGIS foram também os utilizados para criar os projectos MapWindow GIS utilizados pelas UMA.

No entanto, este processo pode ser efectuado directamente em MapWindows, acedendo aos dados geográficos directamente na base de dados PostGIS, seleccionando os dados que interessam e exportado-os para formato shapefile.

O processo de preparação dos dados geográficos, vectoriais e imagem, e do projecto MapWindow, para uma UMA, e a sua transferência para um cartão de memória, é inteiramente manual. O mesmo sucede actualmente com a edição dos parâmetros de configuração dos dados, nos ficheiros XML para cada tema e modo de operação das UMA.

Dificuldades de Implementação

Não seria expectável pensar que no desenvolvimento de um projecto como o SGROIF, que apesar de simples na sua formulação, possui no entanto uma complexidade apreciável, não existissem dificuldades na sua implementação, sobretudo num contexto orçamental limitado.

Algumas dificuldades foram antecipadas na génese do projecto, mas outras foram-se revelando à medida da sua evolução, não só como consequência de situações imprevistas que entretanto surgiram, mas também como resultado da necessidade sentida em repensar o enquadramento do sistema e as suas especificações.

São essas dificuldades principais encontradas, que se listam a seguir:

1. Dificuldades decorrentes da adopção do cliente de ArcGIS para PostGIS integrado na extensão Data Interoperability, que revelou algumas fragilidades, e que implicou a substituição por um outro cliente, OpenSource, que tendo-se mostrado melhor face aos objectivos pretendidos, teve no entanto que ser alvo de algum desenvolvimento adicional.
2. Dificuldades decorrentes do arranjo institucional adoptado, com o papel importante que o CDOS acabou por ter no sistema. Este arranjo, sendo por

um lado vantajoso, na medida em que é com o CDOS que se articula a totalidade do dispositivo, e é o CDOS quem melhor conhece as suas próprias necessidades, também introduziu as suas dificuldades, decorrentes nomeadamente das limitações no acesso à base de dados e ao sistema que, sendo de produção, também se pretendia que fosse, e foi, de teste.

3. Dificuldades resultantes do facto de o sistema ter funcionado num contexto de quase produção, como acabou por acontecer, o que aliado à limitação de verbas destinadas ao seu desenvolvimento, limitou a capacidade de resposta na resolução dos problemas detectados e das pequenas necessidades de desenvolvimento adicional que foram identificadas.
4. A existência de problemas com a falta de saldo para o envio de mensagens dos cartões utilizados nas UMA e no CDOS, que no início tiveram inclusive problemas derivados da alteração sem aviso prévio dos tarifários pela respectiva operadora. Estes problemas foram entretanto ultrapassados no âmbito do CDOS, com a integração do cartão utilizado pelo SBIAD no contrato de comunicações do CDOS.
5. As dificuldades decorrentes da rapidez com que evoluiu e continua a evoluir a oferta de PDAs no mercado, que fez com que os PDA adquiridos a meio do projecto fossem diferentes dos PDA adquiridos no seu início, com a consequente necessidade de adaptar e de testar o software GisViewer para estes novos PDA, com um consumo de tempo não inicialmente previsto, e isto apesar da preocupação sempre presente em utilizar no desenvolvimento, componentes e código tão standard quanto possível.
6. As dificuldades inerentes à instabilidade dos equipamentos telemóvel PDA/GPS/ e do sistema Windows Mobile, detectadas na utilização destes equipamentos como simples telemóvel.
7. A impossibilidade de implementar o modelo de cálculo de impedâncias inicialmente desenhado, pelo facto de o modelo digital de terreno (MDT) da zona de teste (Alcoutim) se ter revelado inadequado, o que justificou em parte a decisão de tratar o cálculo de percursos apenas como um protótipo operacional, e de concluir o seu desenvolvimento apenas numa fase posterior.

Conclusões

O projecto cumpriu com os objectivos a que se propôs, tendo-se conseguido atingir, apesar de algumas dificuldades e constrangimentos, um estágio de desenvolvimento e de maturidade aplicacional, consentâneo com os objectivos pretendidos, e que constitui uma excelente base de suporte para uma nova evolução, um pouco mais ambiciosa no que se refere ao dispositivo a integrar, e mais abrangente do ponto de vista geográfico.

A utilização de software e componentes OpenSource, não condicionou qualquer tipo de limitação nas funcionalidades pretendidas para o sistema, tendo-se constituído aliás, como um dos factores de vantagem do mesmo, pela inexistência de custos associados ao licenciamento de software.

ngMobile

Plataforma distribuída para gestão de conteúdos geográficos em ambientes de mobilidade

Freitas, Sérgio

Novageo Solutions

Pólo Tecnológico de Lisboa, Lote 1, 2º andar, Sala 201 e 202

Estrada do Paço do Lumiar

1600-546 Lisboa

sergio.freitas@novageo.pt

Resumo

A ubiquidade dos dispositivos móveis, a sua crescente capacidade de armazenamento, processamento e comunicação, permitem transportar para o terreno a informação geográfica que anteriormente se encontrava confinada aos ambientes Desktop. A plataforma ngMobile permite a partilha de informação geográfica pelos dispositivos móveis distribuídos por zonas espacialmente díspares. De forma a maximizar o efeito de rede, as bases de dados centrais que contém a informação geográfica a distribuir, residem num servidor Web acessível em qualquer ponto do Mundo sempre que subsista uma ligação à Internet.

PALAVRAS CHAVE: Informação Geográfica, Mobilidade, Comunicações Moveis

O acesso permanente à informação geográfica actualizada é um factor fundamental para o sucesso das organizações, no entanto a disseminação deste tipo de informação é dificultada pelos custos associados à sua distribuição e actualização. A plataforma ngMobile procura responder a esta necessidade das organizações através da disponibilização de conteúdos geográficos para dispositivos moveis utilizando redes de comunicação ubíquas (Internet, GSM), suportando o modo desconectado através de mecanismos de salvaguarda da informação transmitida para os dispositivos moveis e através do suporte à actualização da informação nos dispositivos moveis.

A selecção da informação a enviar para cada dispositivo móvel é efectuada através de uma interface Web (Figura 1), cuja triagem poderá ser realizada a dois níveis, através da escolha da área geográfica e da escolha da informação útil para o dispositivo móvel em particular.

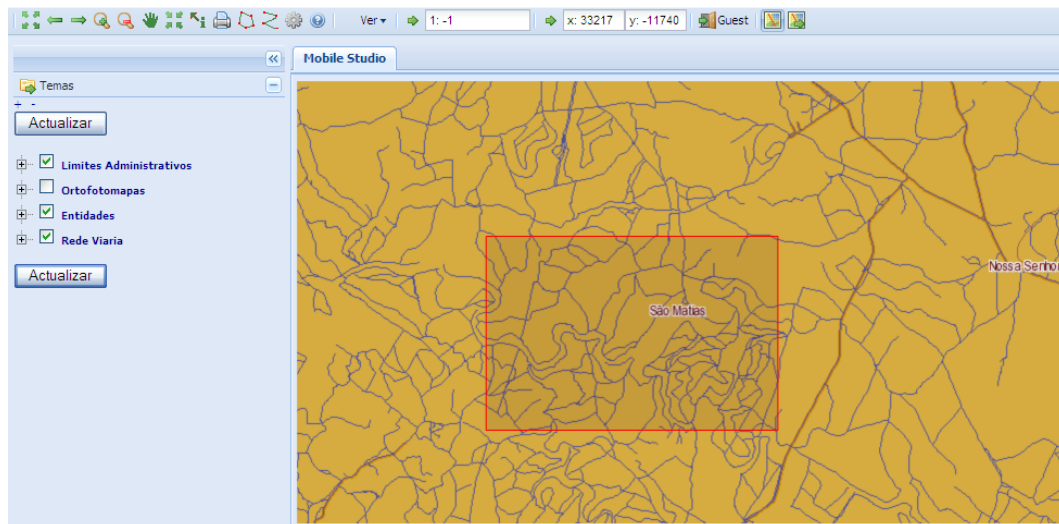


Figura 1. Aplicação Web de gestão e sincronização da informação geográfica.

A aplicação que reside no dispositivo móvel possibilita a visualização, edição e sincronização da informação geográfica importada (Figura 2). Relativamente à visualização são suportadas as operações comuns a um Sistema de Informação Geográfico (SIG) e opcionalmente poderá ser empregue um dispositivo de posicionamento global para, por exemplo, centrar o mapa na posição geográfica actual do dispositivo móvel. No caso das operações de edição é permitida a criação, edição e alteração dos elementos gráficos, bem como da informação associada a cada elemento. Todas as operações de alteração de elementos gráficos podem empregar os dados enviados por um dispositivo de posicionamento global.



Figura 2. Interface Aplicação para dispositivos moveis ngMobile.

A sincronização da informação importada para o dispositivo móvel pode ser executada através do envio em tempo-real para o servidor Web central de todas as alterações realizadas (modo conectado), ou através de uma interface Web que permite o envio posterior de todas as informações alteradas durante os trabalhos de campo (modo desconectado). A Figura 3 apresenta a arquitectura de hardware da plataforma ilustrando a sua capacidade de disseminação da informação.

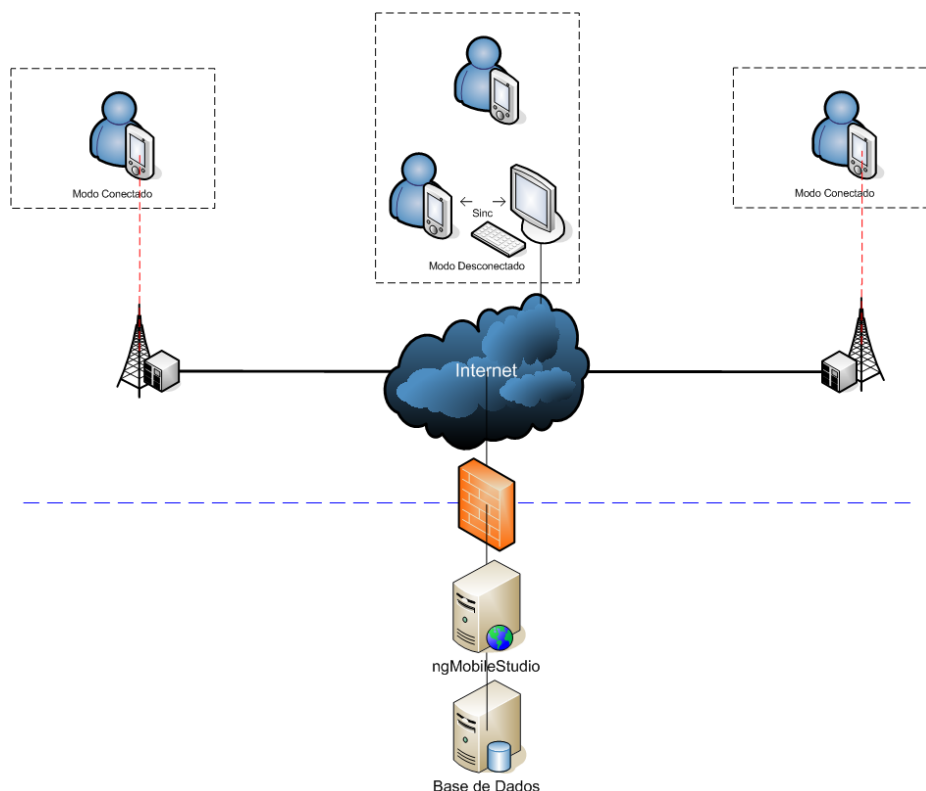


Figura 3. Arquitectura de hardware da plataforma ngMobile.

A usabilidade da aplicação para dispositivos móveis foi considerada relevante para o seu sucesso, de forma a atingir os níveis de usabilidade desejados são utilizados índices geográficos que permitem acelerar todas as operações de pesquisa por proximidade de elementos gráficos. Estes índices em conjunto com a detecção automática da existência de elementos gráficos complexos apresentados num único pixel (devido à escala de representação), permitem otimizar o processo de render dos mapas. A optimização da representação de imagens raster é efectuada através de pirâmides de imagens que ajustam automaticamente a qualidade da imagem raster de acordo com a escala de representação do mapa, a criação das pirâmides de imagens é realizada pelo servidor Web no decorrer do processo de sincronização.

A plataforma apresentada opera em PDAs e Smartphones, é um produto inovador que implementa o estado de arte em aplicações móveis na área dos SIG. Acompanhando a tendência da computação no sentido da ubiquidade e mobilidade da gestão da informação digital.

Parte XIII

Software Aberto para Sistemas de Informação Geográfica

Gestão da Cartografia 10k Oficial e Homologada com Software Livre.

Bonnet, Artur; Cordeiro, João; Martins, Paulo; Pinto, Jorge; Silva, António; Seara, Artur.

Instituto Geográfico Português, Rua Artilharia 1, 107, 1099-052, Lisboa

igeo@igeo.pt

RESUMO

No âmbito das actividades do Grupo de trabalho para a Exploração de Software Livre de Informação Geográfica (GESLIG) do IGP, foi desenvolvido, a título de exemplo, uma pequena BD/SIG para a gestão do estado de produção da cartografia topográfica vectorial, Oficial e Homologada, à escala 1:10 000.

Como Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) utilizou-se a PostgreSQL/PostGIS correndo numa plataforma Linux. A informação carregada nesse SGBD consta de várias tabelas SQL permitindo saber o que de mais importante há sobre o projecto da Série Cartográfica Nacional à escala 1:10 000 (SCN10k) como, p.ex. qual a área coberta com cartografia Oficial, qual a área coberta com cartografia Homologada, quais os co-proprietários, quais os produtores, em que ano foi homologada determinada folha, etc..

As interrogações à BD mais usuais, como as acima referidas e outras foram desenvolvidas de raiz em SQL.

A informação contida na BD, quer a constante das tabelas originais quer a derivada das interrogações, pode ser acedida quer em modo não gráfico com o cliente pgAdmin3, quer em modo gráfico por qualquer um dos clientes SIG “Open Source” mais divulgados como QGIS, o uDig ou o gvSIG. O QGIS é neste estudo, contudo, o mais utilizado por possibilitar uma melhor articulação com a BD e oferecer uma boa facilidade de uso e permitir ele próprio a formulação de algumas interrogações à BD.

PALAVRAS CHAVE: Software Livre; Bases de Dados; Cartografia Vectorial.

1. Introdução

Com o presente trabalho pretende-se mostrar, através de um exemplo de aplicação, as potencialidades oferecidas pelo Software Livre (SL) para a área da Informação Geográfica (IG). No exemplo de aplicação utilizou-se o PostgreSQL/PostGIS como Sistema de Gestão de Bases de Dados (SGBD) para a gestão da cartografia vectorial da série nacional à escala 1: 10 000, a SCN10k,

tendo o SGBD sido instalado num vulgar PC correndo o sistema operativo (SO) OpenSuSe 10.0.

Nos pontos seguintes iremos fazer uma breve descrição da estrutura lógica que tivemos de instalar/construir, de modo a montar o Sistema de Informação Geográfica para a gestão da cartografia vectorial 10k.

O que importa aqui realçar é que hoje em dia é possível, graças à comunidade “Open Source”, utilizar um vasto conjunto de aplicações e outras ferramentas que vão desde os sistemas operativos até aos clientes SIG, passando pelas BD, que permitem, mesmo para quem não possui grandes conhecimentos informáticos, dotar-se dos meios necessários à construção dos seus próprios SIG sem custos significativos. A comunidade “Open Source” possibilita além disso, em maior ou menor grau conforme o projecto em questão, o acesso a documentação relevante, tirar partido da experiência alheia e obter apoio para as dificuldades que sempre surgem no decorrer do projecto.

É claro que uma organização que disponha de competências na área do desenvolvimento tirará muito mais partido do SL do que aquelas que, por falta dessa competência, se limitem a utilizar produtos *ready made*. Acresce que, mesmo no nosso país, existe já um vasto sector comercial que se tem desenvolvido em torno dos projectos “open source” proporcionando assistência técnica quando e se necessária.

Naturalmente que quem recebe tem a obrigação, pelo menos moral, de também contribuir para a comunidade, devendo os produtos obtidos por recurso ao SL serem eles próprios disponibilizados livre e, embora não forçosamente, gratuitamente.

A importância do Software Livre, em particular na área da Informação Geográfica (IG), é crescente e a sua qualidade e eficiência mostra-se muitas vezes igual senão superior à do Software proprietário, como algumas “benchmarks” têm demonstrado.

A Administração Pública só tem a ganhar, como temos tido já a oportunidade de referir, em explorar, tirar partido e contribuir para este movimento do “open source”, garantindo, nomeadamente, a interoperabilidade de sistemas e formatos e o uso de “standards” abertos.

2. A BD/SIG 10k

Componentes e Instalação

Como dissemos o GESLIG instalou num vulgar PC Pentium IV o Sistema Operativo OpenSuSe 10.0 com o KDE como interface gráfico. Numa outra máquina, ainda menos potente, um Pentium III, tínhamos já instalado o Caixa Mágica 10, versão servidor, no sentido de verificar até que ponto se pode ainda tirar partido de máquinas mais antigas e menos potentes dotando-as de SO menos exigentes.

Em ambas as máquinas foi instalado e configurado, usando directamente o código fonte, o Sistema de Gestão de Bases de Dados PostgreSQL e a extensão para os objectos geográficos PostGIS. A instalação através do código fonte tem a vantagem de poder ser configurada tendo em conta o perfil da máquina hospedeira e as necessidades a preencher/garantir como seja a importante questão da escolha do “encoding”. No caso de se pretender uma instalação de desenvolvimento é imperioso utilizar código fonte dado que os correspondentes binários são sempre disponibilizados mais tarde, e em algumas distribuições Linux a actualização das versões pré-compiladas presentes nos repositórios nem sempre é tão rápida quanto se deseja. É evidente que uma instalação usando código pré-compilado, os chamados binários ou executáveis, é mais cómoda, rápida e simples, mas pode conduzir, mais tarde, a problemas de difícil resolução.

A par do SGBD foram instalados o “interface” gráfico PgAdmin3, e os clientes SIG já referidos: o QGis; o uDig; o gvSIG; o OpenJump e outras aplicações de interesse marginal para o caso em estudo.

De referir que à época em que se fizeram estas instalações, inícios de 2006, ainda não existiam binários do PostgreSQL/PostGIS para a plataforma Windows. Hoje em dia esses binários já existem sendo uma tarefa relativamente fácil a instalação em Windows, incluindo todas as versões do novíssimo Vista, do PostgreSQL/PostGIS.¹

¹ Embora não existindo binários era possível a instalação através do emulador Unix Cygwin para Windows.

O SGBD PostgreSQL/PostGIS e o PgAdmin3

Em artigo anterior publicado nas actas do ESIG2006 (Bonnet, A. e outros, ESIG2006) (1) referimo-nos com suficiente detalhe às características deste SGBD. Iremos aqui apenas realçar algumas dessas características bem como a do cliente PgAdmin3². A versão do Postgres que instalamos em 2006 foi a 8.1.4 com a versão 1.1.3 do PostGIS. Entretanto saíram algumas novas “releases” mas, não tendo havido nenhum salto qualitativo digno de nota e tendo em conta as relativas dificuldades em actualizar a BD conservando a informação já carregada, preferimos não efectuar essa actualização. Para o PgAdmin3, pelo contrário, é muito fácil instalar as actualizações visto haver binários para as distribuições mais divulgadas.

A principal característica do PostgreSQL/PostGIS é a sua extrema fiabilidade e interoperabilidade. Basta dizer que é um dos poucos SGBD que passou com sucesso o teste ACID (*Atomicity; Consistency; Isolation; Durability*) e tem batido BD comerciais em diversas “benchmarks”. O PostgreSQL/PostGIS está a ser utilizado por diversos organismos oficiais com responsabilidades na área da IG, como o IGN francês³.

A extensão PostGIS é essencial para a manipulação de objectos gráficos vectoriais, permitindo, através da aplicação shp2pgsql transformar “shapefiles” em ficheiros sql (scripts) contendo as tabelas a carregar na base de dados. A PostGIS disponibiliza mais de 600 funções pré-definidas para integração em “queries” espaciais, possibilitando, desse modo, uma elaboração mais compacta do que seria o caso se não existisse essa extensa biblioteca de rotinas.

O “interface” gráfico PgAdmin3 é de uma enorme utilidade e muito eficaz. Através dele podem criar-se bases de dados e tabelas, perfazer a edição de tabelas, duplicar objectos, apagar bases de dados, tabelas e outros objectos, etc.. Porém apresenta ainda na actual versão, 1.8.2, alguns importantes “handicaps” como seja o não importar dados em alguns formatos muito usados para o carregamento das tabelas criadas, ou carregar novas colunas que se tenham adicionado a tabelas já

² <http://www.postgresql.org/> ; <http://postgis.refractory.net/> ; <http://www.pgadmin.org/>

³ <http://www.postgis.org/documentation/casestudies/ign/>

existentes, nem permitir criar “vistas” de um modo gráfico como certos produtos comerciais já permitem. Eventualmente a nova versão do PgAdmin3 fará já isso.

Os clientes QGis, uDig, gvSIG e OpenJump

No trabalho já referido em 2.2, publicado nas actas do ESIG2006, referimo-nos com algum detalhe aos principais clientes SIG então disponíveis. A situação de então para cá não sofreu alterações de maior, somente algumas melhorias no acesso aos “WebServices”, tendo-se assistido a um reforço da posição dos clientes supra-referidos na preferência dos utilizadores. No entanto há que realçar a ligação do QGIS ao projecto GRASS, muito importante para quem trabalha com formatos “raster”. Também o projecto JGrass, ainda em pré-alfa, está intimamente ligado ao Grass, como aliás o nome indica. Este interessante projecto ganhou muito em se articular com o uDig, ambos utilizando Java e a plataforma Eclipse. Na família dos utilizadores do Java Topological Suite, o Jump, OpenJump e gvSIG, p.ex., destacam-se os avanços que o gvSIG tem sofrido, nomeadamente na ligação aos “WebServices” e na possibilidade, embora ainda incipiente relativamente a certos produtos comerciais, de permitir efectuar interrogações espaciais ao SGBD PostgreSQL/PostGIS, aspecto em que deve ser o mais avançado no universo do “Open Source”.

Embora qualquer dos clientes acima nomeados possa aceder a uma dada BD, demos preferência, por razões de simplicidade e eficácia ao QGis, versão 0.9.1, e, em menor grau, ao uDig, 1.1RC14.

Tabelas

Uma BD é, essencialmente, as suas tabelas, relações e indexações. As tabelas que constituem a SIG10k são as seguintes:

- Tabelas de base: a dos Concelhos e a do Seccionamento da SCN10k;
- Tabelas de apoio: referentes às Associações de Municípios e Comunidades Urbanas;
- Tabelas da cartografia: as referentes à cartografia Oficial (produzida directamente pelo ex-IPCC e no âmbito do Procarta) e cartografia Homologada.

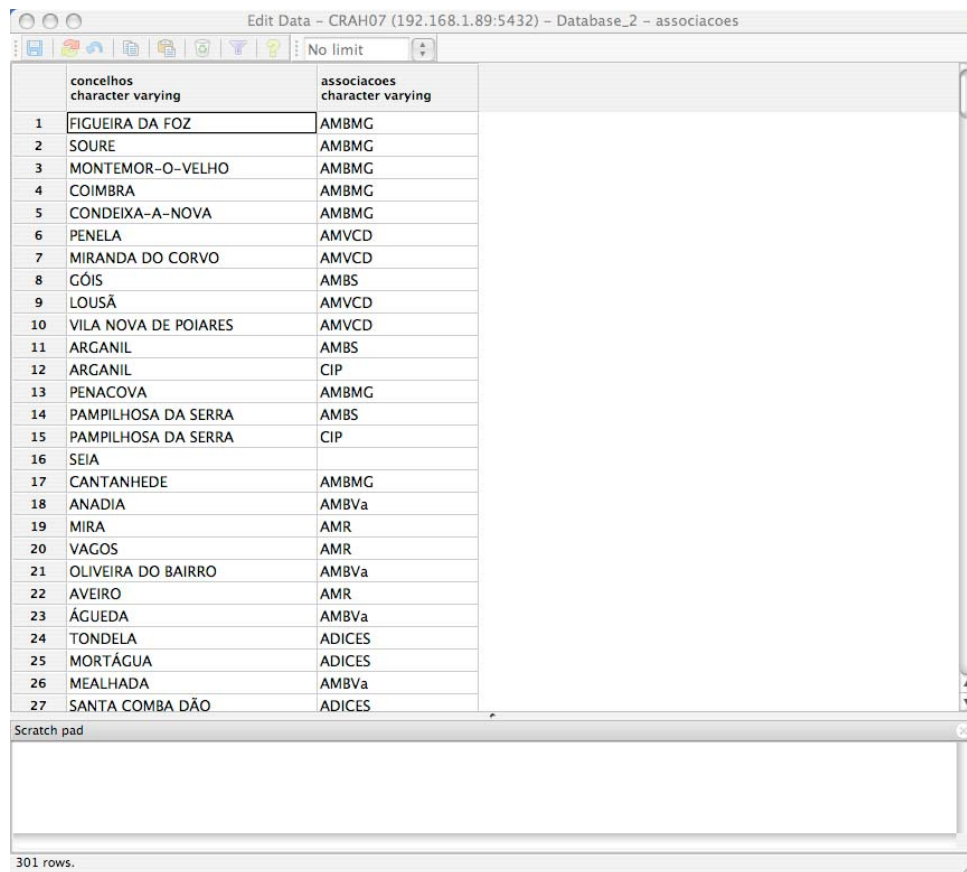
De referir que só as tabelas de base contêm geometria. Todas as outras são alfa-numéricas.

De referir também que as tabelas mais complicadas de construir foram as respeitantes às Associações de Municípios e Comunidades Urbanas dada a sobreposição que se verifica entre muitas destas entidades (há municípios que pertencem a três grupos diferentes!).

Na figura 1 reproduz-se parte de uma tabela dos Concelhos, obtida da CAOP v4, e na fig. 2 parte de uma tabela das Associações de Municípios.

	gid [PK] int4	concelho varchar	id1 int4	area_ha numeric	alt_max varchar	alt_min varchar	n_freguesi varchar	distrito varchar	id2 int4	the_ge geom
1	1	BELMONTE	1	11876.0607 888	443		5	CASTELO BR 1		000000
2	2	COVILHÃ	2	55560.8295 1993	375		31	CASTELO BR 2		000000
3	3	PENAMACOR	3	56382.2762 1078	300		12	CASTELO BR 3		000000
4	4	FUNDÃO	4	70012.8030 1226	275		31	CASTELO BR 4		000000
5	5	IDANHA-A-NOVA	5	141632.718 826	125		17	CASTELO BR 5		000000
6	6	CASTELO BRANCO	6	143816.067 1222	121		25	CASTELO BR 6		000000
7	7	CASTANHEIRA DE	7	6677.55366 1203	350		2	LEIRIA	7	000000
8	8	OLEIROS	8	47109.8263 1082	250		12	CASTELO BR 8		000000
9	9	FIGUEIRÓ DOS VIN	9	17344.2839 1006	125		5	LEIRIA	9	000000
10	10	POMBAL	10	62612.1786 559	0		17	LEIRIA	10	000000
11	11	PEDROGÃO GRANDE	11	12874.9486 778	150		3	LEIRIA	11	000000
12	12	ANSIÃO	12	17615.2015 532	175		8	LEIRIA	12	000000
13	13	SERTA	13	44673.2026 1082	125		14	CASTELO BR 13		000000
14	14	LEIRIA	14	56527.2524 404	0		29	LEIRIA	14	000000
15	15	ALVAIAZERE	15	16047.9566 617	97		7	LEIRIA	15	000000
16	16	MARINHA GRANDE	16	18723.6706 165	0		3	LEIRIA	16	000000
17	17	PROENÇA-A-NOVA	17	39538.4679 953	125		6	CASTELO BR 17		000000
18	18	OURÉM	18	41656.6102 677	95		18	SANTARM	18	000000
19	19	FERREIRA DO ZEZE	19	19038.8663 451	125		9	SANTARM	19	000000
20	20	VILA VELHA DE RO	20	32990.8710 566	50		4	CASTELO BR 20		000000
21	21	MAÇÃO	21	40001.2203 641	48		8	SANTARM	21	000000
22	22	ALCOBACA	22	40814.4593 509	0		18	LEIRIA	22	000000

Fig. 1. Fragmento da tabela relativa aos Concelhos (fonte: CAOP v4)



	concelhos character varying	associacoes character varying
1	FIGUEIRA DA FOZ	AMBMG
2	SOURE	AMBMG
3	MONTEMOR-O-VELHO	AMBMG
4	COIMBRA	AMBMG
5	CONDEIXA-A-NOVA	AMBMG
6	PENELA	AMVCD
7	MIRANDA DO CORVO	AMVCD
8	GÓIS	AMBS
9	LOUSÃ	AMVCD
10	VILA NOVA DE POIARES	AMVCD
11	ARGANIL	AMBS
12	ARGANIL	CIP
13	PENACOVA	AMBMG
14	PAMPILHOSA DA SERRA	AMBS
15	PAMPILHOSA DA SERRA	CIP
16	SEIA	
17	CANTANHEDE	AMBMG
18	ANADIA	AMBVa
19	MIRA	AMR
20	VAGOS	AMR
21	OLIVEIRA DO BAIRRO	AMBVa
22	AVEIRO	AMR
23	ÁGUEDA	AMBVa
24	TONDELA	ADICES
25	MORTÁGUA	ADICES
26	MEALHADA	AMBVa
27	SANTA COMBA DÃO	ADICES

Scratch pad

301 rows.

Fig. 2. Fragmento da tabela relativa aos Concelhos e sua pertença às AM e CU.

Pesquisas

Uma vez construídas as tabelas podem sobre elas efectuar-se uma série de pesquisas que conduzem ao que usualmente se designa por vistas. Sendo a BD utilizada uma base de dados SQL as perguntas devem ser formuladas nessa linguagem. O PgAdmin3 é o instrumento ideal para esse efeito uma vez que tem um módulo dedicado ao SQL e imediatamente fornece informação sobre se a pergunta SQL foi bem formulada ou não, e, caso sim, permite consultar o resultado, ver fig 3.

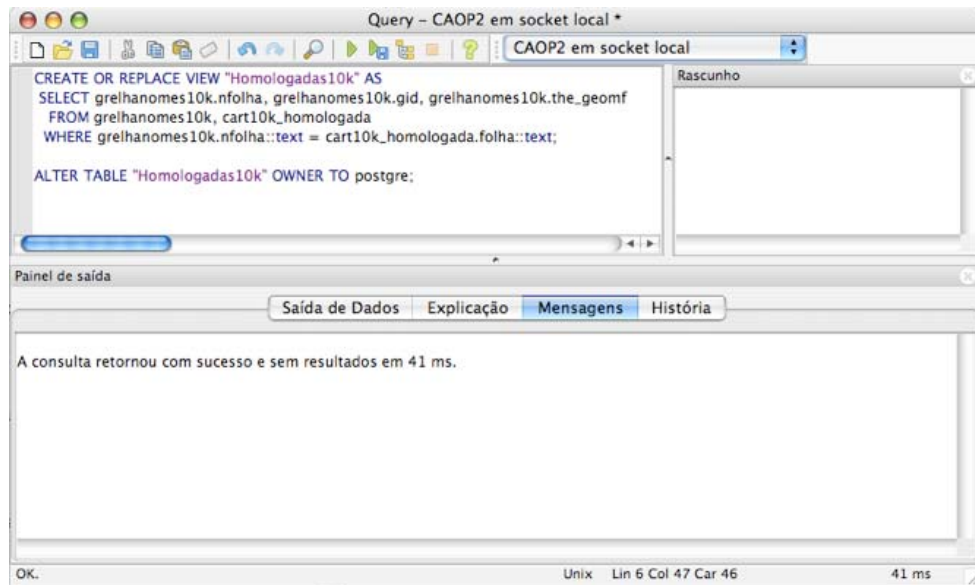


Fig. 3. Exemplo de uma “querie” feita através do pgAdmin3.

Naturalmente que estas inquirições também podem ser feitas directamente na linha de comandos em SQL após invocação do terminal interactivo através do comando `psql`. Certos clientes SIG como o QGIS e o gvSIG permitem também construir algumas “queries” mais ou menos simples de um modo muito amigável. No entanto as pesquisas mais complexas têm de ser feitas usando SQL. Apesar do relativo incómodo de estabelecer e escrever a ordem de procura em SQL, essa linguagem permite-nos inteira liberdade de construção e proporciona um conjunto quase infinito de possibilidades.

A título de exemplo vamos indicar aqui mais algumas pesquisas feitas em SQL pela linha de comandos e o seu resultado gráfico e/ou alfa-numérico:

- Pergunta para obter a área coberta com cartografia 10k:

```
CREATE OR REPLACE VIEW "09_area_coberta_com_10k" AS
SELECT DISTINCT scn10k.nomefolha, scn10k.gid,
scn10k.the_geom
FROM scn10k, mnt10k_homologadas_old mnt10k_homologadas,
mnt10k_oficial_abril_07
WHERE scn10k.nomefolha::text =
mnt10k_homologadas.folha10k::text OR scn10k.nomefolha::text
= mnt10k_oficial_abril_07.numfolha::text
ORDER BY scn10k.nomefolha, scn10k.the_geom, scn10k.gid;
ALTER TABLE "09_area_coberta_com_10k" OWNER TO "grupoSL";
```

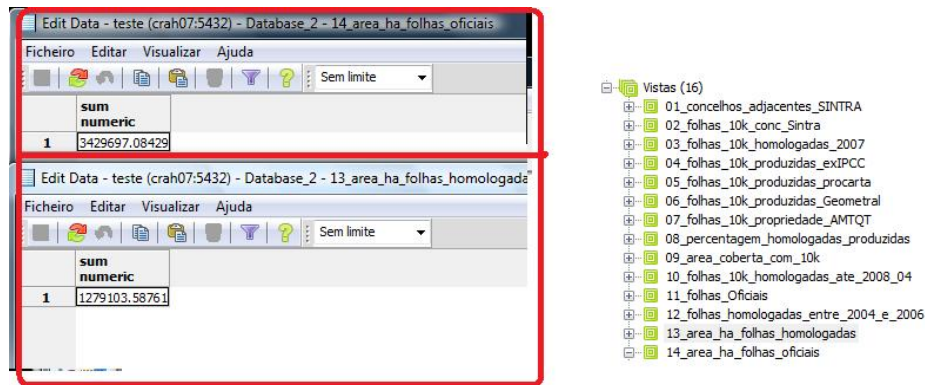


Fig. 4. Resultado de uma “querie” à Cartografia Oficial e à Homologada para saber o valor das áreas cobertas por uma e por outra. À direita observa-se uma lista de “vistas” para outras finalidades.

- Pergunta para obter o conjunto de folhas que cobrem o Concelho de Sintra.

```
CREATE OR REPLACE VIEW "02_folhas_10k_conc_Sintra" AS
SELECT scn10k.gid, scn10k.the_geom, concelho_73.concelho,
scn10k.nomefolha, astext(intersection(concelho_73.the_geom,
scn10k.the_geom)) AS astext
FROM concelho_73, scn10k
WHERE intersects(concelho_73.the_geom, scn10k.the_geom)
AND concelho_73.gid::text ~~ '189'::text;

ALTER TABLE "02_folhas_10k_conc_Sintra" OWNER TO "grupoSL";
GRANT SELECT, UPDATE, INSERT, DELETE, REFERENCES, TRIGGER ON
TABLE "02_folhas_10k_conc_Sintra" TO "grupoSL";
GRANT SELECT, UPDATE, INSERT, DELETE, REFERENCES, TRIGGER ON
TABLE "02_folhas_10k_conc_Sintra" TO public;
```

- Pergunta para obter os concelhos adjacentes a Sintra

```
CREATE OR REPLACE VIEW "01_concelhos_adjacentes_SINTRA" AS
SELECT t2.concelho, t2.the_geom, t2.gid
FROM concelho_73 t1, concelho_73 t2
WHERE touches(t1.the_geom, t2.the_geom) = true AND
t1.concelho::text = 'SINTRA'::text;

ALTER TABLE "01_concelhos_adjacentes_SINTRA" OWNER TO
"grupoSL";
GRANT SELECT, UPDATE, INSERT, DELETE, REFERENCES, TRIGGER ON
TABLE "01_concelhos_adjacentes_SINTRA" TO "grupoSL";
```

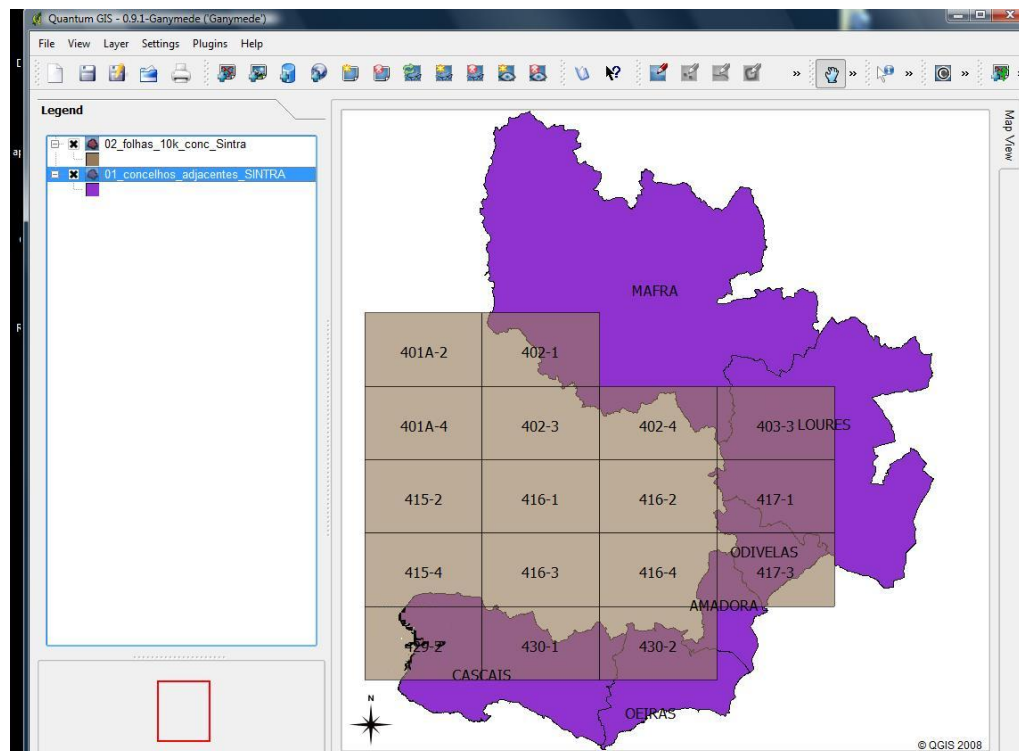


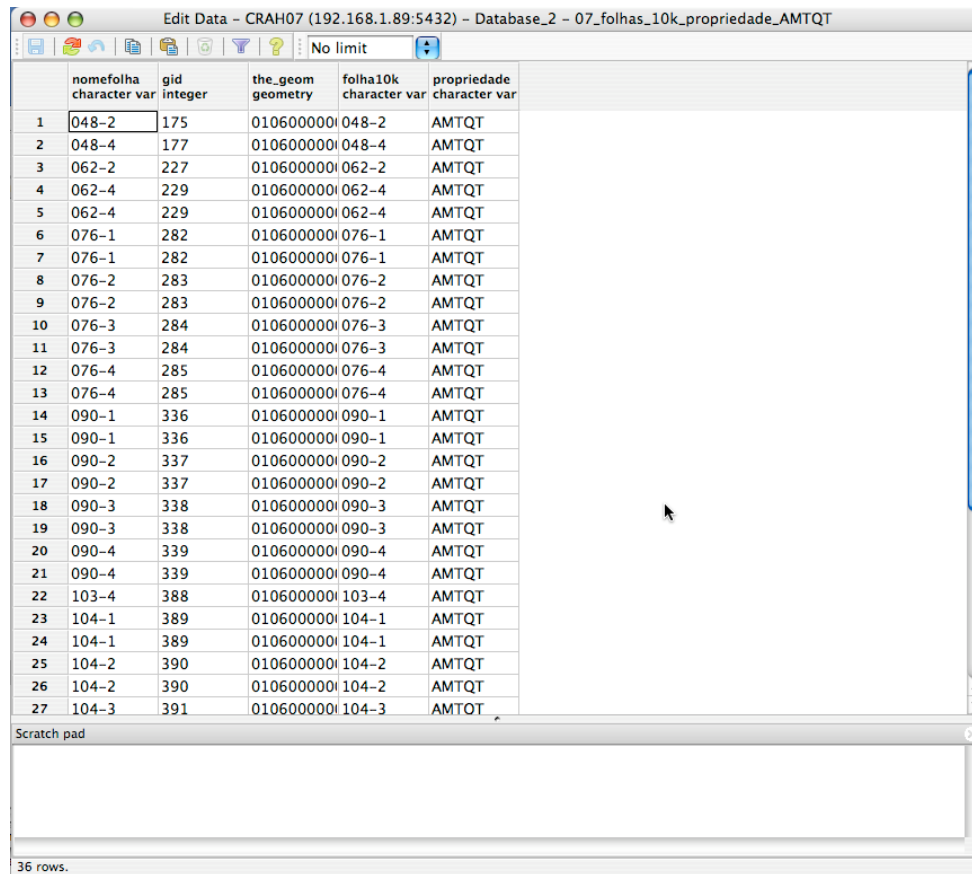
Fig. 5. Resultado gráfico das “queries” anteriores, pelo cliente QGIS 0.9.1 correndo em Windows Vista.

- Pergunta sobre quais as folhas co-propriedade da AMTQT,

Associação de Municípios da Terra Quente Transmontana:

```
CREATE OR REPLACE VIEW "07_folhas_10k_propriedade_AMTQT" AS
SELECT  scn10k.nomefolha,  scn10k.gid,  scn10k.the_geom,
mnt10k_homologadas.folha10k, mnt10k_homologadas.propriedade
FROM scn10k, mnt10k_homologadas_old mnt10k_homologadas
WHERE mnt10k_homologadas.propriedade::text = 'AMTQT'::text
AND
      scn10k.nomefolha::text =
mnt10k_homologadas.folha10k::text;

ALTER TABLE "07_folhas_10k_propriedade_AMTQT" OWNER TO
"grupoSL";
```



	nomefolha character var	gid integer	the_geom geometry	folha10k character var	propriedade character var
1	048-2	175	010600000	048-2	AMTQT
2	048-4	177	010600000	048-4	AMTQT
3	062-2	227	010600000	062-2	AMTQT
4	062-4	229	010600000	062-4	AMTQT
5	062-4	229	010600000	062-4	AMTQT
6	076-1	282	010600000	076-1	AMTQT
7	076-1	282	010600000	076-1	AMTQT
8	076-2	283	010600000	076-2	AMTQT
9	076-2	283	010600000	076-2	AMTQT
10	076-3	284	010600000	076-3	AMTQT
11	076-3	284	010600000	076-3	AMTQT
12	076-4	285	010600000	076-4	AMTQT
13	076-4	285	010600000	076-4	AMTQT
14	090-1	336	010600000	090-1	AMTQT
15	090-1	336	010600000	090-1	AMTQT
16	090-2	337	010600000	090-2	AMTQT
17	090-2	337	010600000	090-2	AMTQT
18	090-3	338	010600000	090-3	AMTQT
19	090-3	338	010600000	090-3	AMTQT
20	090-4	339	010600000	090-4	AMTQT
21	090-4	339	010600000	090-4	AMTQT
22	103-4	388	010600000	103-4	AMTQT
23	104-1	389	010600000	104-1	AMTQT
24	104-1	389	010600000	104-1	AMTQT
25	104-2	390	010600000	104-2	AMTQT
26	104-2	390	010600000	104-2	AMTQT
27	104-3	391	010600000	104-3	AMTOT

Scratch pad

36 rows.

Fig. 6. Resultado da “querie” por consulta através do pgAdmin3, correndo em Mac OS, da tabela gerada (a figura mostra apenas 27 das 36 folhas).

Cartogramas

Para finalizar esta breve exposição do SIG10k vamos apresentar apenas dois cartogramas obtidos com o QGis e o uDig como resultado de “queries” à base de dados:

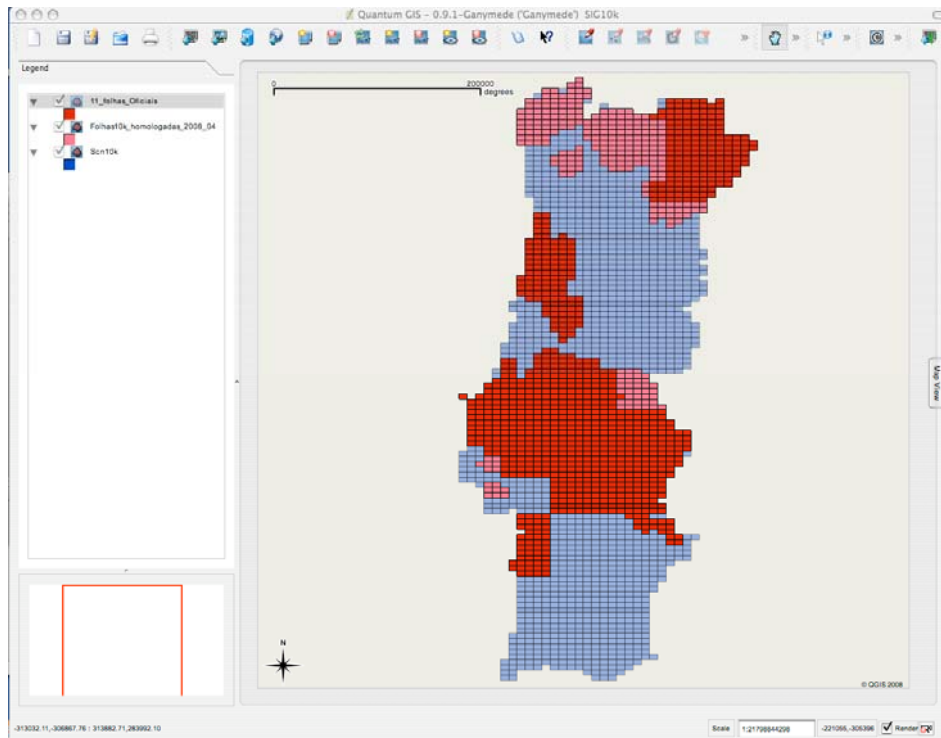


Fig. 7. Cartograma com as manchas respeitantes à Cartografia 10k Oficial (mancha vermelho vivo) e Homologada (mancha cor de rosa) reportadas a 2008.04.

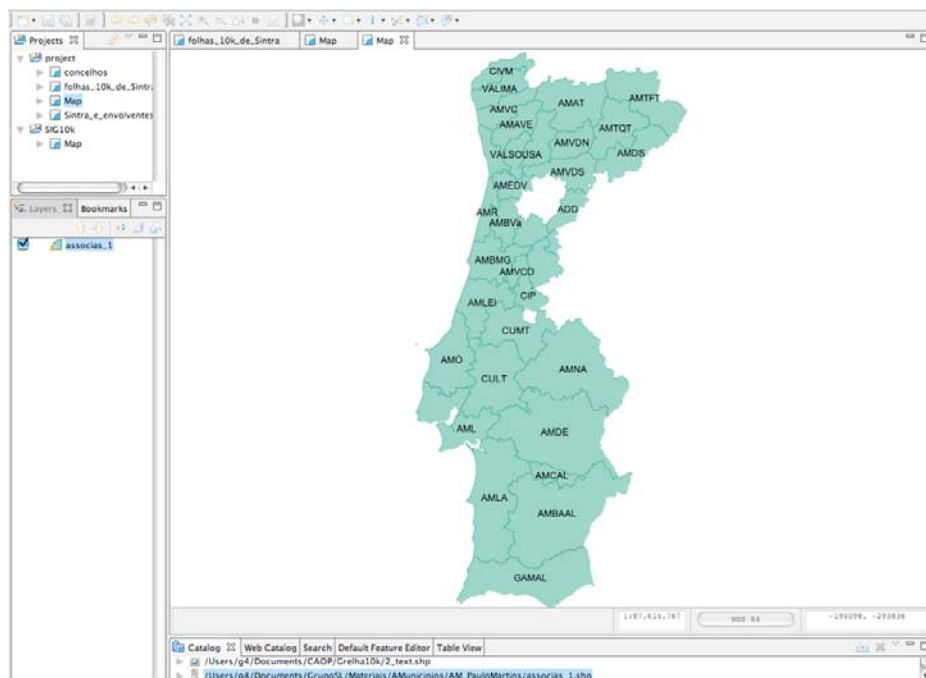


Fig. 8. Cartograma com as manchas respeitantes às Associações de Municípios e Comunidades Urbanas (neste cartograma não se contemplam as sobreposições de certas AM e CU).

3. Integração do MNT da SCN10k no projecto

É objectivo do GESLIG ir acrescentando funcionalidades ao projecto SIG10k que o valorizem, tornando a BD e o SIG associado cada vez mais completos.

Uma destas valorizações passa pela possibilidade de o sistema permitir visualizar os próprios dados topográficos da SCN10k, existentes habitualmente em formato *dgn* e estruturados segundo um modelo designado por MNT (Modelo Numérico Topográfico).

Para isso há que fazer as conversões de estrutura e formato dos dados vetoriais do MNT que permitam a sua integração quer nos ambientes SIG mais usados quer neste projecto concreto.

Já em 2004, durante uma acção de formação sobre cartografia digital, promovida pelo IGP no âmbito do programa FORAL, que se estendeu por várias cidades do país, houve oportunidade de se anunciar com toda a clareza o facto de o IGP desde há uns meses, a solicitação dos interessados, transformar os dados da cartografia 1:10 000 para um formato facilmente importável pelos sistemas de informação geográfica.

Essa operação que o IGP executa, desde que a topologia dos dados esteja correcta, conduz à obtenção de vários ficheiros *dgn*, um por cada código dos objectos e, porque existem objectos que podem no modelo de dados ser representados à escala (áreas) ou por símbolos (pontos), um por cada geometria, para além do texto.

Assim, por exemplo, as capelas pertencentes a uma folha da cartografia darão origem a um ficheiro designado por “06010702_A.dgn”, para as que são representadas à escala, e a um ficheiro designado por “06010702_S.dgn” para as capelas cuja representação é por meio de um ponto ao qual corresponde um símbolo.

Para os objectos correspondentes a estruturas lineares a designação dos respectivos ficheiros é feita pelo código do correspondente objecto seguido de “_L.dgn”; por exemplo, os “caminhos” serão incluídos num ficheiro designado “10010602_L.dgn”. Para o caso dos textos os ficheiros terão a extensão “_T.dgn”.

Com base nessa facilidade procedeu-se à integração de dados dessa série cartográfica no SGBD “open source” anteriormente mencionada, o PostgreSQL/PostGIS.

As fases deste processo foram:

1. Fusão de todos os ficheiros que correspondem ao mesmo código e à mesma geometria (esta operação também pode ser efectuada no momento da separação dos ficheiros por código e geometria);
2. Conversão dos vários ficheiros *dgn* por código e por geometria para o formato “shapefile”, por recurso à aplicação “ogr2ogr” disponibilizada pelo pacote de “open source” GDAL, sendo que aos ficheiros resultantes da transformação passam a ser designados pelos seus códigos e pelo nome dos respectivos objectos seguidos de “_A”, “_S”, “_L” e “_T”, conforme os casos, obtendo-se por cada ficheiro *dgn* convertido três ficheiros respectivamente com as extensões “SHP”, “DBF” e “SHX”;
3. Edição automática de todos os ficheiros “DBF” de modo a que na sua coluna “texto” dos atributos, passe a conter para todos os seus elementos a designação do respectivo objecto;
4. Carregamento automático dos “ESRI shapefiles” no PostgreSQL/PostGIS criando os ficheiros SQL que darão origem às tabelas na base de dados.

Mais uma vez se recorreu ao PgAdmin3, tendo sido usado o “template-postgis” disponibilizado pela aplicação.

Na figura 9 apresenta-se uma vista dos dados através do QGis, referentes a um extracto do concelho de Freixo de Espada à Cinta.

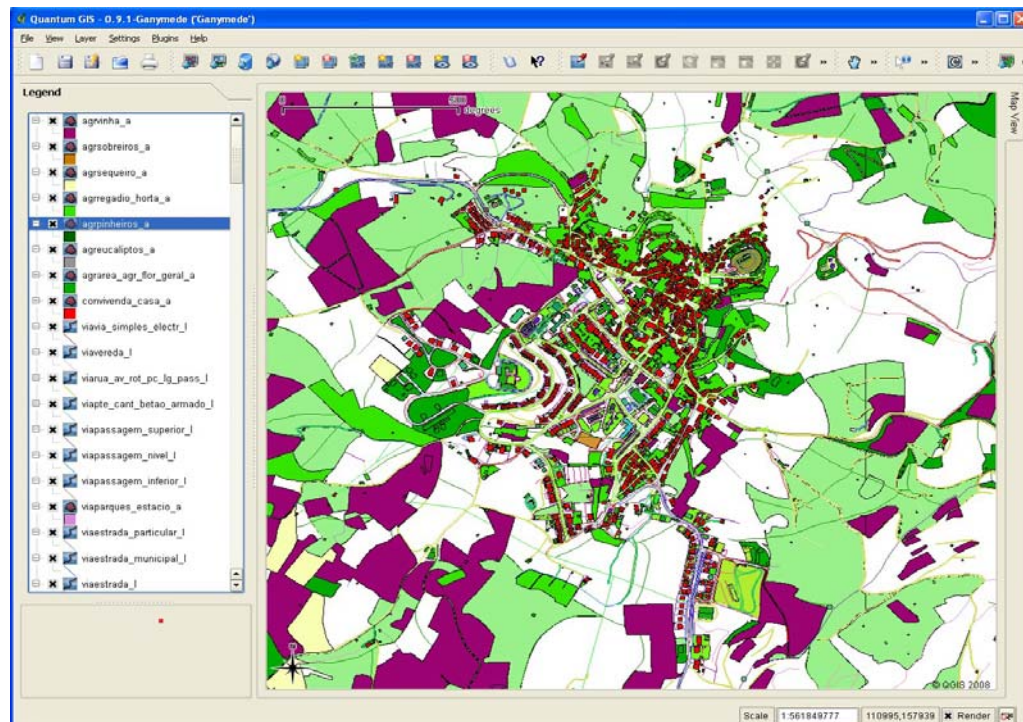


Fig. 9. Extracto do MNT de Freixo de Espada à Cinta, obtida por consulta do QGis à Base de Dados sediada no SGBD PostgreSQL/PostGIS.

Com base no trabalho efectuado prevê-se a criação de condições para o cruzamento destes dados com os outros dados espaciais já descritos nos pontos anteriores no sentido de contribuir para uma melhor gestão territorial e facilitar este tipo de conversão sempre que alguém ou entidade dela tenha necessidade.

4. Desenvolvimentos futuros.

O desenvolvimento natural deste SIG10k será a inclusão da cartografia vectorial homologada às escalas 1k, 2k e 5k e da Ortofotocartografia oficial e homologada. Mais tarde, embora essa fase também já esteja adiantada, como se viu no ponto anterior, o SIG evoluirá de uma mera gestão para a integração de ficheiros oriundos do formato *dgn* dos MNT e MNT/C.

Embora não seja indispensável no curto prazo, a obtenção de um servidor adequado permitirá aumentar o desempenho global do sistema.

5. Conclusões.

A principal conclusão que se deve tirar deste exercício é a de que está ao alcance de qualquer pessoa ou grupo de pessoas, com um mínimo de conhecimentos informáticos, construir valiosos e poderosos instrumentos quer de gestão quer de produção de IG a custo (quase) zero.

Outra importante conclusão deste exercício é a de que vale a pena investir em formar equipas com conhecimentos informáticos a nível intermédio e superior para tirar todo o partido possível do manancial de produtos “Open Source” à disposição de quem deles se quiser aproveitar, transformando-os e adaptando-os às suas necessidades particulares.

Bibliografia

- 1- Bonnet, Artur e outros; Explorando o Software Livre para a Informação Geográfica: exemplos de aplicação. Actas do ESIG 2006.
- 2-Douglas, Korry; Douglas, Susan. PostgreSQL, Developers Library, 2003

El Capítulo Local OSGeo para la comunidad hispano-hablante

Jorge Gaspar Sanz Salinas · Víctor Olaya ·
Lorenzo Becchi · Miguel R. Luaces

Resumen OSGeo (Open Source Geospatial Foundation) es una fundación sin ánimo de lucro que ha sido creada para apoyar y construir *software* geoespacial de la más alta calidad. Los objetivos de la fundación son fomentar el uso y desarrollo colaborativo de proyectos liderados por la comunidad, asegurar la calidad de los proyectos, promocionar en la industria el *software* libre para sistemas de información geográfica (FOSS4G, del inglés *Free and Open Source Software for Geospatial*), acercar este mismo tipo de *software* al público mediante distribuciones sencillas, y finalmente, promover los estándares abiertos y los datos públicos.

Dado que uno de los objetivos principales de la fundación OSGeo es fomentar el uso del *software* más allá del ámbito angloparlante, desde la fundación se promueve la traducción de la documentación así como la creación de comunidades locales que den soporte a los proyectos FOSS4G. Estas comunidades se llaman Capítulos Locales (*Local Chapters*) y sirven como punto de conexión de la fundación con comunidades geográficas o en un idioma en concreto.

En febrero de 2007 se iniciaron las actividades del Capítulo Local para la comunidad hispano-hablante de la Fundación OSGeo (OSGeo Spanish). En este artículo se presenta un resumen de las actividades llevadas a cabo durante este año, el estado de las mismas y las previsiones para el año 2008. Desde un punto de vista general, sin adherirse a ningún proyecto en particular, OSGeo Spanish pretende afianzar una comunidad de usuarios y desarrolladores de *software* libre para la geomática. De igual modo se presentarán los avances en la realización así como la difusión de materiales didácticos a través del liderazgo de la iniciativa para la edición de un Libro de Sistemas de Información Geográfica con una licencia libre.

Keywords OSGeo · comunidad hispanohablante · *software* libre · Libro SIG

1. OSGeo: una comunidad de comunidades

La fundación OSGeo nace aproximadamente en febrero de 2006 con el principal objetivo de promover la colaboración entre proyectos de *software* libre en el ámbito de las tecnologías geoespaciales¹. El principal promotor desde los inicios de la fundación es la multinacional Autodesk, situándose como el patrocinador principal aunque no único de la fundación. Resulta significativo que los cinco primeros miembros del comité de dirección estén entre las personalidades más relevantes del mundo FOSS4G:

- Arnulf Christl del proyecto MapBender
- Chris Holmes de los proyectos GeoServer y GeoTools
- Gary Lang de MapGuide OS
- Markus Neteler del proyecto GRASS

Jorge Gaspar Sanz Salinas
Prodevelop SL, Conde Salvatierra de Álava 34-10, Valencia E-mail: jsanz@prodevelop.es

Víctor Olaya
Universidad de Extremadura, Proyecto SEXTANTE, E-mail: volaya@unex.es

Lorenzo Becchi
Ominiverdi.org, E-mail: lorenzo@ominiverdi.com

Miguel R. Luaces
Laboratorio de Bases de Datos. Universidade da Coruña. España. E-mail: luaces@udc.es

¹ En adelante se utilizará el acrónimo ya ampliamente consolidado FOSS4G (*Free and Open Source Software for Geomatics*).

Tabla 1 Proyectos de la fundación OSGeo

Web Mapping	Escritorio	Bibliotecas	Metadatos	Otros
MapBender MapBuilder MapGuide OS UMN MapServer OpenLayers	GRASS GIS OSSIM Quantum GIS gvSIG	FDO GDAL/OGR GEOS GeoTools	GeoNetwork	Geodatos públicos Educación y currículum

- Frank Warmerdam de los proyectos GDAL/OGR

Los principales objetivos de la fundación son [3]:

- Proporcionar recursos para los proyectos de la fundación, por ejemplo infraestructura, fondos, apoyo legal.
- Promocionar el acceso libre a los geodatos - el *software* libre es inútil sin datos.
- Promocionar el uso del *software* de código abierto en la industria (no sólo el *software* de la fundación), por ejemplo relaciones públicas, educación o divulgación.
- Fomentar la implementación de estándares abiertos y la interoperabilidad basada en estándares en los proyectos de la fundación.
- Asegurar el más alto nivel de calidad en los proyectos de la fundación para poder construir y preservar una “imagen de marca” de la fundación.
- Hacer la fundación y su *software* más accesibles a los usuarios finales, por ejemplo mediante distribuciones binarias empaquetadas o documentación horizontal entre paquetes.
- Proporcionar apoyo al uso del *software* de OSGeo en educación a través del desarrollo de currículums, asistencia y soporte.
- Promover la comunicación y cooperación entre las comunidades de OSGeo en diferentes lenguajes de programación (p. ej. Java/C/Python) y sistemas operativos (p. ej. Win32/Unix/MacOS).
- Apoyar el uso y la contribución de la comunidad internacional a los proyectos de la fundación a través de la traducción del *software* y la asistencia de la comunidad.
- Realizar una conferencia OSGeo anual, posiblemente en colaboración con esfuerzos similares (p. ej. EOGE).
- Ofrecer el premio Sol Katz por el servicio a la comunidad OSGeo.

La fundación OSGeo se puede considerar como una comunidad de comunidades ya que la fundación pretende agrupar bajo un único paraguas las comunidades de los mejores y más relevantes proyectos FOSS4G del panorama actual. El proceso de entrada en la fundación no es inmediato, sino que cada proyecto debe superar un proceso llamado incubación para alcanzar la graduación dentro de la fundación. El proceso de incubación asegura que el proyecto candidato cumple con las condiciones impuestas por la fundación en cuanto a calidad y apertura no sólo del código fuente del proyecto, sino también de su documentación, gobierno, etc. En definitiva se trata de asegurar que el proyecto cumple las buenas prácticas tradicionales en el mundo del *software* libre.

En la Tabla 1 se pueden ver los proyectos que actualmente se encuentran en la fundación. A finales de Abril de 2008 sólo hay cinco proyectos graduados aunque probablemente cuando el lector lea este artículo algunos proyectos más habrán alcanzado la graduación y otros habrán entrado en incubación. La lista actualizada de proyectos de la fundación puede verse en la propia web de OSGeo [3].

La fundación, que tiene sede legal en el estado de Delaware (EEUU), se basa completamente en el trabajo desinteresado de decenas de voluntarios. Sólo existe un cargo remunerado, el de director ejecutivo. Existen una serie de cargos institucionales que toda fundación requiere: Presidente, Tesorero, Consejero general, Secretario, y Director ejecutivo. Además, por cada comité, proyecto y capítulo local se nombra un vicepresidente de la fundación completando el conjunto de *officers* de la fundación.

Actualmente existen tres niveles básicos de participación en la fundación:

- *Participante*. Miembro de la comunidad OSGeo sin participación activa en comités o proyectos de desarrollo de *software*.
- *Miembro*. Miembro de la comunidad que además participa en comités o proyectos de desarrollo y que además se ha registrado en la web de OSGeo. Al registrarse en la web y en el wiki, es posible seguir las actividades de un miembro. Por otro lado, en ocasiones el comité de dirección puede realizar encuestas o sondeos entre los miembros.
- *Miembro con derecho a voto*. Esta categoría es muy parecida en derechos y obligaciones a la anterior salvo por dos diferencias: la primera es que estos miembros no se eligen a sí mismos sino que son nominados y votados por el resto de miembros con derecho a voto;

la segunda es que tienen la obligación de participar en la elección de otros miembros y especialmente del comité de dirección de la fundación.

El máximo órgano de decisión de la fundación es el Comité de Dirección (*Board of Directors*) que se compone de nueve miembros destacados de la comunidad FOSS4G. Como se ha comentado, son elegidos por los miembros con derecho a voto. El método de reelección del comité ha sido el siguiente: tras nombrar a un responsable del proceso, éste elige al azar a cinco miembros del comité (siempre y cuando no haya ningún miembro del comité de dirección que desee dejar el comité voluntariamente). Durante el proceso se presentan o nominan nuevos candidatos para el comité. Durante un periodo de votación de una semana los miembros con derecho a voto envían un correo anónimo con los cinco miembros que desean que se incorporen al comité. Finalmente el responsable presenta los resultados, eligiéndose los cinco miembros más votados. Las principales tareas del comité de dirección, además de representar formalmente a la fundación, son la aprobación de presupuestos, elección del director ejecutivo y tratar cualquier problema que no pueda ser resuelto en los comités de la fundación.

Los comités son los verdaderos grupos de acción de la fundación. En ellos se resuelven las tareas del día a día desde los temas de infraestructura al *marketing*, educación, etc. Los comités actuales son: comité para la web, comité para la recolección de fondos, comité de incubación, comité de promoción y visibilidad, comité para los datos geoespaciales públicos, comité para la educación, comité para la administración de sistemas, y comité para la conferencia. Básicamente los comités se articulan a través de sus respectivas listas de correo. Para la documentación de trabajo se emplea el wiki y cuando se genera documentación relevante se mueve a la web. Para participar en un comité basta pues con darse de alta en su lista de correo y ofrecerse para las tareas que se llevan a cabo en dicho comité. En general se trabaja en un clima de confianza y se recompensa por el trabajo realizado, es decir, en la fundación los méritos se consiguen a través de la participación activa.

La fundación pretende fomentar el uso del *software* más allá del ámbito angloparlante como uno de sus objetivos principales. Por esta razón promueve la traducción de la documentación así como la creación de comunidades locales que den soporte a los proyectos FOSS4G. Estas comunidades se llaman Capítulos Locales (*Local Chapters*) y sirven como punto de conexión de la fundación con comunidades geográficas o en un idioma en concreto. Así se pueden clasificar los Capítulos Locales como orientados a comunidades geográficas concretas u orientados a comunidades lingüísticas. En la actualidad formalmente en la fundación existen nueve capítulos locales. Durante este año 2008 es probable que se formalicen muchos otros capítulos, ya que en formación hay ya un elevado número tanto para diversos idiomas como el holandés o el hebreo como para diversas regiones geográficas como África o el Reino Unido [2].

2. Creación del capítulo local OSGeo Spanish

Durante las primeras jornadas de SIG Libre, en febrero de 2007, Lorenzo Becchi y Luis W. Sevilla organizaron una reunión informal para que Lorenzo, como miembro activo de la comunidad OSGeo, contara a los presentes qué es OSGeo y por qué podía ser interesante iniciar una comunidad en el idioma español en forma de Capítulo Local. A la reunión asistieron tanto personas vinculadas en mayor o menor medida a diferentes proyectos FOSS4G, en especial gvSIG y GRASS, como personas simplemente interesadas en la iniciativa. Inmediatamente después del congreso Lorenzo puso en marcha la lista de correo para el capítulo local así como una página en el wiki donde los interesados podían apuntarse y empezar a tejer un conjunto de contenidos mínimos: objetivos, pasos a seguir para formalizar el capítulo, etc.

A continuación, se describen las actividades realizadas desde la creación del Capítulo Local.

2.1. Soporte de la comunidad

Sin lugar a dudas la lista de correo es el principal centro de actividad de cualquier capítulo local. Mediante esta herramienta los participantes interactúan entre sí planteando discusiones, resolviendo dudas técnicas, promocionando eventos, anotando noticias o enlaces interesantes, etc. Es un punto de encuentro en el que cualquier persona, independientemente de su ubicación geográfica y de su nivel técnico, puede solicitar ayuda para cualquier tema relacionado con la geomática y más concretamente con el FOSS4G.

Tal vez sirva como métrica del éxito de la lista decir cuenta con unos 200 inscritos y que según Nabble [1], sólo el Capítulo Local para el idioma francés (y el capítulo italiano, cuya lista

no aparece bajo esta categoría) supera en actividad al Capítulo Local de la comunidad hispano-hablante. Aún así, es de esperar que a medida que se difunda la existencia de OSGeo Spanish la actividad en la lista aumente y se convierta en el lugar de referencia para la comunidad de usuarios FOSS4G.

El segundo instrumento de soporte a la comunidad en OSGeo es el Wiki [4]. Esta tecnología permite desarrollar contenidos de forma colaborativa, rápida y eficaz. En pocos minutos un visitante puede darse de alta y empezar a editar contenidos. Curiosamente, los casos de vandalismo son prácticamente inexistentes. Mediante categorías, los editores van creando artículos que se relacionan entre sí de forma muy sencilla y que crean una red de documentos más o menos ordenada. En general, la categoría Español agrupa la mayoría de los artículos referentes a OSGeo Spanish. En el wiki se planifican nuevos protocolos, reglamentos, propuestas de estándares, gestión de eventos y publicaciones y en definitiva representa en gran medida la actividad de la fundación en la web. En el caso de OSGeo Spanish ha servido sobre todo para gestionar y planificar el proyecto del Libro sobre SIG, documentar reuniones y gestionar la traducción del portal. En definitiva, es la herramienta de apoyo al resto de actividades.

2.2. Traducción del portal de OSGeo

La página web oficial de OSGeo es el lugar donde cualquier persona ajena a la fundación debe acudir para conocer los detalles de cómo funciona OSGeo, qué son los Capítulos Locales, qué proyectos avala la fundación, etc. En esta web se presentan los documentos aprobados por los diferentes comités, los reglamentos de éstos, y en definitiva todo aquello que ha de ser revestido de oficialidad. Ha sido deseo de la fundación y también exigencia a los Capítulos Locales que esta web se presente en otros idiomas además del inglés. Así, ha sido una de las tareas principales de los diferentes Capítulos, coordinados a través del Comité para la web, la traducción al menos de las páginas principales.

Así, cualquier persona que desee contribuir a la traducción del portal debe inscribirse en la lista de correo del WebCom para ponerse en contacto con los administradores del portal así como otros posibles traductores de su mismo idioma. Tal y como se ha comentado antes el crédito en la fundación se obtiene a través de la acción y se basa en la confianza mutua. Así, un voluntario puede adquirir permisos para traducción de la web oficial de OSGeo en poco tiempo, con la obligación moral de trabajar de forma ordenada y coherente.

La traducción al español del portal es una de las actividades de OSGeo Spanish y actualmente las principales páginas ya están traducidas. En cualquier caso faltan todavía contenidos, en especial aquellos más dinámicos como las noticias y eventos, pero también otros documentos importantes como algunos reglamentos. Por tanto, es tarea del Capítulo para este año seguir traduciendo el portal para conseguir una cobertura y participación acorde con la importancia del idioma español.

2.3. Difusión

Dado que la fundación OSGeo todavía no es muy conocida fuera del reducido ámbito de los proyectos FOSS4G, resulta imprescindible hacer difusión tanto de la fundación como del capítulo local para la comunidad hispano-hablante.

Esta es una actividad todavía por mejorar mucho, pero al menos el capítulo ya ha sido presentado en tres eventos de relevancia en el ámbito FOSS4G. En primer lugar Lorenzo Becchi presentó un pequeño informe de actividades durante el congreso FOSS4G2007 en Victoria, Canadá, en septiembre de 2007. En segundo lugar la fundación y el capítulo fueron presentados durante las 3as Jornadas gvSIG en Valencia en noviembre de 2007 por Lorenzo y Jorge Sanz. Finalmente, también se presentaron la fundación, el capítulo y el Libro SIG en las II Jornadas de SIG Libre de Girona en Marzo de 2008.

Es de esperar que durante el 2008 y en diferentes eventos relacionados con la geomática, sea posible que miembros de OSGeo Spanish se animen a presentar la fundación y a promover los proyectos FOSS4G fuera del ámbito concreto del mundo del *software* libre.

3. Libro abierto sobre Sistemas de Información Geográfica

La razones principales para abordar la redacción de un libro libre sobre SIG son dos:

1. Ausencia de un libro actualizado y completo sobre SIG en castellano. Las referencias más importantes en este terreno fueron elaboradas algunos años atrás y no se recogen la gran evolución que la disciplina del SIG ha sufrido en los últimos tiempos. Elementos como las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs), imprescindibles para comprender los SIG en la actualidad, apenas son citados en los libros de SIG publicados hasta la fecha.
2. Ausencia de un libro libre sobre SIG, no sólo en castellano, sino en cualquier idioma. Las obras libres relativas a SIG que podemos encontrar son en su mayoría relativas a un *software* concreto o una aplicación particular de la tecnología SIG en un campo dado. No existe, sin embargo, un tratado completo que abarque los fundamentos de los SIG y permita estudiar éstos con independencia de un *software* particular.

El objetivo del proyecto es, por tanto, la redacción de un libro sobre SIG completo y actual, que trate con detalle y rigor todos los elementos en este campo, y cuya publicación se realice bajo una licencia libre. Es nuestro convencimiento que una obra de estas características ayudará sensiblemente a la comunidad SIG hispano-hablante a mejorar su uso de los Sistemas de Información Geográfica, favorecerá la introducción y difusión de éstos, y contribuirá a una mejor enseñanza de las bases teóricas asociadas a ellos.

La redacción de un libro tan amplio es, sin duda, una tarea de gran envergadura que sólo puede acometerse de forma colaborativa. Una de las primeras tareas que se han llevado a cabo antes de comenzar la redacción como tal ha sido el establecimiento de una estructura organizativa para canalizar y gestionar de la mejor manera posible las colaboraciones de todos los autores interesados. El libro está abierto a todo aquel que desee aportar su esfuerzo, el cual deberá realizarse siguiendo una pautas establecidas y unos esquemas de colaboración definidos en consenso por todos los autores originalmente implicados en la creación del proyecto.

Existe un comité editor de tres miembros, elegidos por votación, que ostenta la responsabilidad editorial y es responsable en última instancia de la toma de decisiones referentes al desarrollo del proyecto. Este comité se identifica bajo la denominación de *Project Steering Committee* (PSC), habitual en otros proyectos de OSGeo que requieren de un órgano directivo operacional.

Cada capítulo tiene un autor principal, responsable de elaborar sus contenidos y de coordinar el trabajo con los restantes autores del capítulo. El objeto de esta estructura es reproducir la organización habitual existente en el mundo editorial, para garantizar un producto de calidad y lograr desarrollar éste a un ritmo fluido. Ésta estructura no está en absoluto reñida con el carácter libre de la obra, pues no afecta a las condiciones de publicación de ésta.

Posteriormente al establecimiento de la estructura organizativa se lleva a cabo la redacción de un índice de materias. En base a este índice se produce la asignación de capítulos, estableciendo autores principales y secundarios para cada uno de ellos. El contenido acordado finalmente para el libro comprende un total de siete partes, cada una de ellas subdividida en un número variable de capítulos:

1. *Introducción*. Trata la definición y las ideas fundamentales del SIG, su historia y una visión global de la disciplina.
2. *Datos*. Trata las particularidades de los datos geográficos, sus modelos de representación y almacenamiento, las bases de datos o la calidad de los datos, entre otras materias.
3. *Procesos*. Trata los algoritmos y formulaciones de análisis que se implementan en los SIG, exponiendo sus bases teóricas. Desde las simples consultas al análisis de redes, pasando por el análisis del terreno, se intenta abarcar los procesos analíticos más importantes que tienen relación con la información geográfica.
4. *Cartografía y Visualización*. Parte dedicada a todo lo relativo a la generación de cartografía y su representación, como elemento clave de los SIG actuales.
5. *IDEs*. Parte dedicada a las Infraestructuras de Datos Espaciales.
6. *Tecnología*. En esta parte se presentan los distintos tipos de aplicaciones SIG que coexisten en el amplio mercado SIG actual, sus características y funciones, sus fundamentos técnicos, así como algunos de los principales representantes de cada clase.
7. *Aplicaciones*. En esta parte se presenta a forma específica en que los SIG se aplican a distintos ámbitos profesionales. Se muestra la forma en que los anteriores elementos (procesos, tecnologías, etc) se aplican en cada caso, y la existencia de otros elementos particulares que los apoyan.

Actualmente hay escritas mas de 400 páginas, no habiéndose realizado por el momento ningún proceso de revisión. Algunas partes, como la dedicada a los procesos, se encuentran prácticamente completas, mientras que otras aún no tienen prácticamente contenido alguno. Se espera establecer pronto un calendario de actividades, que permita establecer fechas concretas

para cumplir las distintas etapas del proceso de redacción hasta tener preparado un producto listo para su publicación. Estas etapas se pueden resumir en las siguientes:

1. Redacción de un primer borrador
2. Revisión cruzada interna del documento, a cargo de los propios autores
3. Corrección del borrador y elaboración de un segundo borrador
4. Revisión externa por parte de la comunidad SIG
5. Corrección del segundo borrador y elaboración de una primera versión definitiva
6. Corrección lingüística de la primera versión
7. Publicación de la obra

Para coordinar los esfuerzos de los distintos autores se ha dispuesto un sistema de trabajo basado en dos herramientas fundamentales

1. *LaTeX*. Un sistema de edición de textos profesional que garantiza una presentación del texto de alta calidad y permite a su vez el control de versiones al estar basado en ficheros de texto plano que pueden integrarse dentro de un sistema de control de versiones como CVS o SVN, empleados habitualmente para el desarrollo de *software* colaborativo.
2. *Subversion (SVN)*. Un sistema para el manejo y gestión de versiones, que permite que varios autores trabajen sobre un mismo documento. El servidor que se requiere para alojar el documento, y contra el que trabajan los autores, es el propio de OSGeo, en el que se han habilitado los permisos de acceso pertinentes para los miembros del proyecto.

4. Actividades previstas

Ha pasado un año desde que se iniciaron las actividades, parece que la iniciativa del Capítulo Local para la comunidad hispano-hablante ha tenido éxito y se está consolidando. Es por lo tanto un paso natural formalizar esta comunidad en su relación con la fundación. Esto servirá además para instituir las actividades propias del capítulo (elaboración de informes de actividad, creación de grupos de trabajo, reuniones anuales, promoción en eventos, etc.) y que ahora se llevan de forma más o menos desorganizada o al menos no programada. Esperamos de este modo asentar las bases para elegir un comité de dirección en el capítulo que coordine las diferentes actividades y se muestre como la voz de la comunidad en cualquier actividad coordinada con la fundación.

Sería interesante también fomentar en todos los frentes posibles la difusión de la cartografía y el *software* libre, colaborando con proyectos como OpenStreetMap [5], participando y contactando con otros grupos o foros, etc.

Por otra parte, este Capítulo, como se ha dicho de forma reiterada, es un capítulo de una comunidad lingüística y por tanto la importancia de latinoamérica en la comunidad es crucial. La cantidad de eventos, formación específica y en general actividad alrededor del FOSS4G en este área es menor que en España y por tanto hay que prestar especial atención para promover las actividades de promoción y formación en *software* FOSS4G. Así, se plantea la necesidad de acometer la búsqueda de grupos de usuarios, organizaciones y en general colectivos interesados en la geomática libre para ver cómo podemos unir energías y colaborar buscando maximizar los resultados con la mayor coordinación posible.

Uno de los principales objetivos del Capítulo es la traducción del mayor número de materiales posibles, así se plantean los siguientes objetivos:

- *Web oficial de OSGeo*. Es necesario seguir traduciendo páginas, revisar y monitorizar los contenidos para no se desactualicen y traducir los contenidos más dinámicos como eventos y noticias.
- *Journal*. Es la publicación de la fundación. Se publican artículos realmente interesantes con noticias sobre los proyectos, actividad de los comités y capítulos y artículos genéricos sobre casos de éxito y geomática en general. Sería muy interesante disponer de un equipo que tradujera esta revista al español para que aquellos que no dominan el inglés puedan disfrutar de uno de los recursos más escasos en *software* FOSS4G: documentación.
- *Materiales de formación*. El comité para la educación en OSGeo probablemente acabe generando o recopilando materiales educativos sobre los diferentes proyectos de la fundación y cualquier otro tema relacionado con la geomática y el FOSS4G, por lo tanto estos materiales, que evidentemente siempre se van a publicar con licencias libres, se podrán traducir al español.
- *Documentación de proyectos*. El Capítulo, si hay grupos interesados, podría fomentar la creación de equipos de traducción al castellano de la documentación de proyectos FOSS4G y servir de contacto formal con los proyectos.

- *Materiales de promoción.* OSGeo dispone de diferentes folletos (*flyers*) de los proyectos que reparte en los eventos en los que dispone de algún tipo de participación (bien organizando, bien participando con algún *stand*).

5. Conclusiones

Toda la actividad en OSGeo se realiza de forma voluntaria a excepción del cargo de Director Ejecutivo, es decir, nadie cobra directamente un sueldo por colaborar en la fundación. Esta es una característica muy importante porque denota la filosofía de trabajo en la fundación: la colaboración es la base del *software* libre. Por otro lado, el Capítulo Local para la Comunidad Hispanohablante acaba de comenzar, queda mucho por hacer y coordinar, mucho trabajo por emprender. OSGeo es una comunidad de comunidades, no sólo de proyectos FOSS4G sino también de defensores de los datos libres, de la promoción de proyectos educativos, etc. Por lo tanto, hay trabajo tanto para desarrolladores (dentro de cualquier de los proyectos de *software*) como para muchos otros perfiles, por lo que si te interesa alguno de estos proyectos, te animamos a que te inscribas en las listas de correo y participes en esta nueva comunidad.

Referencias

1. Nabble. Portal Web. <http://www.nabble.com>, Abril 2008.
2. Open Source Geospatial Foundation. Local Chapters. http://wiki.osgeo.org/wiki/Local_Chapters, Abril 2008.
3. Open Source Geospatial Foundation. Portal Web. <http://www.osgeo.org/>, Abril 2008.
4. Open Source Geospatial Foundation. Wiki. <http://wiki.osgeo.org>, Abril 2008.
5. OpenStreetMap. Portal Web. <http://www.openstreetmap.org>, Abril 2008.

El nodo ideAC: El nodo de la Diputación de A Coruña de la IDE de España

Pedro A. González · Miguel Lorenzo · Miguel R. Luaces · David Trillo

Resumen En el año 2006, la Diputación de A Coruña junto con el Laboratorio de Bases de Datos de la Universidad de A Coruña emprendieron un proyecto para la migración a software libre de webEIEL, la aplicación de publicación en web y descarga de la información cartográfica y alfanumérica contenida en la base de datos territoriales de la Encuesta sobre Infraestructura y Equipamiento Local (EIEL) de la provincia de A Coruña. Un objetivo adicional en este proyecto era la construcción de un nodo de la infraestructura de datos espaciales de España (IDEE) que actuara como proveedor para la red de IDEs de los datos georreferenciados de la EIEL de A Coruña y de la red provincial de carreteras recogidos a escalas mayores que 1/10.000, con generalizaciones a escalas menores de estos mismos datos, y con servicios interoperables relacionados con los mismos. Este nodo incluye los siguientes servicios de acceso a datos:

- Servidor de mapas (WMS)
- Servidor de entidades (WFS)
- Servicio de catálogo de metadatos (CSW), y
- Servicio de nomenclátor (WFS-G).

El objetivo de este artículo es describir el nodo ideAC de la Diputación de A Coruña tanto en términos de funcionalidad como en términos técnicos.

Keywords IDE local · Servidores de Mapas · WMS · WFS · Servicio de Catálogo · Servicio de Nomenclátor · Software libre

1. Contextualización

La Encuesta sobre Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) [10] nació en 1985 por iniciativa del entonces Ministerio de Administración Territorial del Gobierno de España, actual Ministerio de Administraciones Públicas (MAP) [9], con el objetivo de recopilar información sobre servicios de infraestructura y equipamientos que eran competencia de las corporaciones locales, cualquiera que fuese la entidad titular o gestora.

La Diputación Provincial de A Coruña fue pionera en la utilización de sistemas de información geográfica (SIG) para la elaboración de la EIEL ya que esto ofrece nuevas posibilidades de uso de la información recogida, de forma que sirve como auténtica herramienta de trabajo y consulta, tanto para los técnicos de la Diputación y de los municipios, como para otros profesionales o incluso para la propia ciudadanía. Esto se consiguió poniendo en marcha dos aplicaciones informáticas independientes pero complementarias:

- *SigEIEL* (posteriormente renombrada como *gisEIEL*), para la realización del primer grupo de tareas dentro del propio Servicio de Asistencia Técnica a Municipios.

This work has been partially supported by “Ministerio de Educación y Ciencia” (PGE y FEDER) ref. TIN2006-16071-C03-03, and by “Xunta de Galicia” ref. PGIDIT05SIN10502PR and ref. 2006/4.

Pedro A. González · Miguel Lorenzo
Asistencia Técnica a Municipios · Organización e Innovación Tecnológica.
Diputación Provincial de A Coruña. Av. Alférez Provisional s/n., 15006 A Coruña, España.
E-mail: pedro.gonzalez@dicoruna.es, miguel.lorenzo@dicoruna.es

Miguel R. Luaces · David Trillo
Laboratorio de Bases de Datos. Facultad de Informática.
Universidade da Coruña. 15071 A Coruña, España.
E-mail: luaces@udc.es, dtrillo@udc.es

- *WebEIEL*, para la publicación y distribución de la información (tanto cartográfica como alfanumérica) en Internet.

De este modo, la Diputación Provincial de A Coruña se convirtió en la primera administración de ámbito provincial en poner a disposición ciudadana la base de datos territoriales de la EIEL. Por otro lado, la Diputación Provincial de A Coruña, viene introduciendo nuevos contenidos, más amplios que los exigidos por la MAP, a fin de tener una mejor descripción de la realidad geográfica y dotacional del territorio provincial.

Por razones económicas y de procesos de contratación, las aplicaciones resultantes de la fase del año 2000 están construidas sobre tecnologías de Intergraph GeoMedia Professional y GeoMedia Web Map como componentes básicos de las aplicaciones y con los datos en formato GeoMedia SmartStore a fin de mejorar los ratios de transmisión a la red. Esta base tecnológica implica varias consecuencias:

- Debido al acuerdo corporativo existente entre Intergraph y Microsoft, las aplicaciones mencionadas corren exclusivamente sobre entornos Windows, lo que ha obligado a montar una máquina virtual sobre los servidores web de la Diputación, que utilizan Linux. Esta solución hace que la transmisión de datos sea innecesariamente más lenta de lo deseable
- Por el mismo motivo anterior, GeoMedia Web Map es sólo compatible al cien por cien con el navegador MS Internet Explorer, lo que hace que algunas de sus funciones no se ejecuten adecuadamente sobre otros navegadores. Y entre éstas una muy esencial: la visualización de los mapas temáticos
- Dado que las aplicaciones son independientes entre sí, es necesario tener una réplica de la base de datos principal en formato SmartStore, por lo que los datos están finalmente contenidos en dos bases de datos diferentes, con las consiguientes consecuencias de incremento de espacio en disco (más de 5 Gb para cada una de las BBDD), complicación de los procesos de actualización y mantenimiento de datos, riesgo de aparición de faltas de coherencia entre los contenidos de ambas bases de datos, etc
- En el momento de desarrollo de las aplicaciones, GeoMedia Web Map no cumplía aún con la especificación WMS (Web Mapping Server) del Open Geospatial Consortium (OGC), por lo que nuestro servidor de mapas no era hasta ahora integrable en la red de infraestructuras de datos espaciales (en adelante Red IDEE)

Por otra parte, tras la puesta en producción de WebEIEL, la Comisión de Informática de la Diputación Provincial de A Coruña (DPC) decidió ir migrando las aplicaciones corporativas a entornos de software libre o de código abierto (open source). Todo ello, junto con la evolución de las tecnologías asociadas a Internet, el propio éxito obtenido por nuestro servidor de mapas, y el lanzamiento de la iniciativa INSPIRE (INfrastructure for Spatial InfoRmation in Europe [21]) de la Comisión Europea, han determinado un cambio profundo en la filosofía de base y la selección de tecnologías que han de soportar el SIG corporativo y, en consecuencia, se ha optado por la puesta en marcha de un nuevo proyecto, denominado *ideAC* [18], que pretende construir una infraestructura de datos espaciales (IDE [6]) que permita alcanzar los objetivos determinados por INSPIRE, y en particular el primero de ellos: "Los datos deben ser capturados una sola vez y mantenidos en el nivel en que esta tarea pueda ser realizada de manera más efectiva".

2. Funcionalidad del nodo *ideAC*

Las infraestructuras de datos espaciales (IDE) son un conjunto de datos, servicios, estándares, recomendaciones, medidas organizativas, políticas y disposiciones que permiten el intercambio de información geográfica digital en condiciones que faciliten su búsqueda, visualización y utilización, independientemente de qué herramientas informáticas se empleen para ello. En el caso europeo, están reguladas por la Directiva INSPIRE, y en el caso particular de España además por las recomendaciones aprobadas por el Grupo de Trabajo de la IDE de España (GT-IDEE), del Consejo Superior Geográfico. Un nodo IDE es por lo tanto un punto de acceso a la red IDE, además de un servidor de información geográfica.

Como ya se comentó, el proyecto *ideAC* nace de la necesidad de dotar a la Diputación Provincial de A Coruña de un conjunto de aplicaciones que permitan gestionar y hacer uso de su información geográfica de manera descentralizada, siguiendo los principios de INSPIRE, y garantizando siempre la coherencia y la calidad de los datos. Además, dichas aplicaciones deben estar basadas en software libre o de código abierto. La adopción de soluciones IDE, además, tiene que permitir integrar en un único entorno (y con una única base de datos) todos los servicios y aplicaciones. De este modo, *gisEIEL* pasará a ser una aplicación de usuario. Con

respecto a requisitos funcionales más específicos, el proyecto ideAC es un proyecto abierto, como no podía ser de otra forma dado que tanto las tecnologías como los estándares, especificaciones y recomendaciones involucradas están en permanente evolución.

El nodo ideAC se puso en funcionamiento a finales del año 2007 y cumple con los requisitos necesarios para estar integrado en la red global de IDE (GSDI). Consta de los siguientes servicios:

- *Servidor de mapas (WMS)*: Como su nombre indica, sirve mapas interactivos en forma de imágenes. Está diseñado siguiendo la especificación WMS (Web Map Service, [17]) definida por el OGC (OpenGeospatial Consortium). De este modo, desde los equipos clientes se pueden enviar al servidor las peticiones que devuelven la información sobre sus diversas características y los contenidos concretos que puede mostrar. La URL de acceso a este servicio es <http://www.dicoruna.es/webeiel/ideAC/wms>
- *Servidor de entidades (WFS)*: Similar al anterior, sirve entidades vectoriales directamente desde las propias bases de datos que las contienen, permitiendo recuperar y utilizar datos geoespaciales desde múltiples clientes o servidores web, evitando así la necesidad de duplicación de los mismos y la posibilidad de que existan distintas versiones, con diferentes grados de actualización, de un mismo conjunto de datos. Está diseñado siguiendo la especificación WFS (Web Feature Service, [16]) del OGC. La URL de acceso a este servicio es <http://www.dicoruna.es/webeiel/ideAC/wfs>
- *Servicio de catálogo de metadatos*: El catálogo de metadatos almacena información sobre los datos geográficos servidos por un determinado nodo IDE. Este almacenamiento se hace siguiendo la normativa ISO19115 [7], el perfil NEM (Núcleo Español de Metadatos [3]) del Consejo Superior Geográfico, y un esquema de catálogo basado en la especificación Styled Layer Description (SLD, [15]) del OGC. Permite la búsqueda de datos georeferenciados en base a su localización geográfica, características y propiedades. Para acceder a este servicio hay que utilizar la siguiente URL: <http://www.dicoruna.es/webeiel/ideAC/scm>
- *Servicio de nomenclátor*: El nomenclátor almacena información sobre los nombres geográficos (topónimos) de las entidades y fenómenos servidos por un determinado nodo IDE. El almacenamiento de esta información se hace siguiendo la normativa ISO 19112 [8], y el perfil Modelo de Nomenclátor de España (MNE [2]) del Consejo Superior Geográfico. Permite la búsqueda de datos georeferenciados en base al topónimo al que están asociados, o bien a búsqueda de los lugares ubicados en una determinada localización geográfica (coordenadas, área o división administrativa). Las operaciones de búsqueda se realizan siguiendo la especificación Gazetteer Service for WFS del OGC [13]. Para acceder a este servicio hay que utilizar la siguiente URL: <http://www.dicoruna.es/webeiel/ideac/snm>

Además, integra un servidor de impresión, que ofrece la posibilidad de imprimir de un modo práctico y agradable, a un archivo digital en formato PDF, los mapas visualizados, tanto en sus formatos estáticos como dinámicos.

3. Funcionalidad de la aplicación webEIEL

La webEIEL es la parte más visible del proyecto EIEL, siendo el medio a través del cual los técnicos de los municipios y la ciudadanía en general, pueden acceder a los datos recogidos en la EIEL a través de Internet. Podemos decir, por lo tanto, que la webEIEL es la imagen pública de la EIEL de la provincia. Por ese motivo decidimos hacer de esta aplicación una herramienta muy fácil de utilizar en la que se simplifican las funcionalidades de consulta que un SIG puede ofrecer, pero sin perder sus ventajas tanto en el tratamiento como en la visualización de los datos. Esta aplicación está accesible en la URL <http://www.dicoruna.es/webeiel>

Tras casi cuatro años en funcionamiento de la primera versión, se presenta la nueva versión 2.0. Esta es realmente una nueva aplicación, desarrollada íntegramente utilizando software libre y siguiendo los estándares definidos por el OpenGeospatial Consortium e ISO. Esta enorme transformación realizada en el motor de la webEIEL, hace de la nueva versión una aplicación mucho más eficiente, interoperable y extensible. Podemos decir que la nueva web de la EIEL es una aplicación puntera construida utilizando los últimos avances tecnológicos surgidos en el campo de los sistemas de información geográfica, y además muy innovadora en sus estrategias de publicación de mapas en Web.

Es importante comenzar por señalar que, debido por una parte a las restricciones impuestas por Internet a la cantidad de información que se puede mostrar y, por otra, a nuestro deseo de hacer una herramienta realmente fácil de usar para el público en general, la webEIEL no ha sido diseñada tanto con el objetivo de ser una herramienta sofisticada para la elaboración e

impresión de cartografía como con la pretensión de ser una herramienta web interactiva para la exploración de la provincia y la búsqueda de información tanto especializada como de carácter general sobre las infraestructuras, servicios y equipamientos de la misma.

Un mapa excesivamente rico en contenidos supone una cantidad excesiva de información que haría lento el sistema debido a las limitaciones de velocidad que impone Internet. Por esto, buscando un equilibrio entre información visualizada y velocidad de respuesta del sistema, los mapas de la webEIEL son multiescala, es decir, la cantidad de detalle que se proporciona en los mapas, depende automáticamente de la escala de visualización que se está empleando.

De todos modos, para facilitar al usuario por un lado la obtención de cartografía de calidad, y por otro el acceso a mapas y datos, añadimos al sistema web interactivo la posibilidad de descargar directamente mapas e informes ya elaborados en formato PDF. La webEIEL proporciona una interfaz para la consulta dinámica de mapas que sirve para ubicar geográficamente cualquier elemento de interés y, también, para interrogar al sistema sobre los datos alfanuméricos del mismo, pero al mismo tiempo, desde la webEIEL no se precisa manejar la herramienta SIG interactiva para descargar mapas ya predefinidos y la información alfanumérica de cada municipio.

4. Arquitectura del nodo ideAC

El nodo ideAC de la Diputación Provincial de A Coruña presenta dos aplicaciones: webEIEL para la visualización de la información de la EIEL por parte de la ciudadanía, y gisEIEL orientada al mantenimiento de la información de la EIEL por parte de los técnicos de la Diputación. La arquitectura utilizada en el nodo ideAC es la mostrada en la Figura 1.

En la base de la figura se encuentra la base de datos de la EIEL de A Coruña. Esta base de datos no contiene atributos del espacio (coberturas), únicamente objetos geográficos. Es decir, para almacenar la información de la EIEL es suficiente con un sistema gestor de bases de datos que desarrolle el estándar Simple Features Specification for SQL (SFS [14]) del OGC e ISO. En nuestro caso, el sistema gestor de bases de datos elegido ha sido PostgreSQL [20] junto con el módulo PostGIS [19] para representación de información geográfica. La razón principal de la elección de este componente es la mayor madurez en la implementación del estándar SFS que se traduce en mayor funcionalidad a la hora de trabajar con la información de la base de datos. Esta razón se consideró más importante que el hecho de que la velocidad de este sistema gestor sea menor comparado con otras alternativas (por ejemplo, MySQL [11]).

Sobre el sistema de almacenamiento pueden apreciarse dos ramas diferentes en la arquitectura. A la izquierda de la figura se encuentran los componentes de la aplicación de escritorio gisEIEL, mientras que a la derecha se muestran los componentes de la aplicación webEIEL.

Como ya se ha adelantado, la aplicación de escritorio gisEIEL consiste en una herramienta de consulta, visualización, análisis y edición de información geográfica. Como detalle de interés, podemos mencionar que esta aplicación se conecta directamente al sistema de almacenamiento, en lugar de utilizar los componentes del nodo, para conseguir mayor eficiencia en el acceso a los datos evitando la sobrecarga introducida por los servicios del nodo y demasiado elevada para los usuarios de gisEIEL que esperan del sistema gran agilidad en el tratamiento de la información. Por otra parte es imprescindible que gisEIEL incorpore funcionalidades para actuar como cliente de servicios WFS e WMS que permitan al usuario incluir en la visualización información y cartografía proveniente de otros nodos de la IDEE. Como componente básico para la implementación de gisEIEL se utilizó la herramienta de visualización de información geográfica gvSIG [5]. Además, se implementaron extensiones a este sistema para adaptarlo a las necesidades específicas de los usuarios. En concreto, se implementó la siguiente funcionalidad:

- Control de usuarios y acceso al sistema.
- Uso del catálogo para la carga de información. En lugar de obligar al usuario a visualizar la estructura de las tablas a la hora de cargar la información de la base de datos, se le presenta un interfaz de usuario más sencillo en el que se usa la información del catálogo de metadatos para facilitar la tarea.
- Impresión de mapas en PDF. Se utiliza la funcionalidad del servicio de impresión de mapas del nodo ideAC para posibilitar la impresión de cartografía de forma muy sencilla.
- Visualización de la información de la Encuesta. En lugar de mostrar un cuadro de información genérico cuando el usuario selecciona un objeto en el mapa se ha implementado funcionalidad que permite mostrar cuadros de información personalizados y adaptados al esquema de datos de la Encuesta.

En la base de la aplicación webEIEL se encuentran dos servicios que acceden directamente al sistema de almacenamiento: el servicio de entidades (WFS) y el servicio de catálogo y

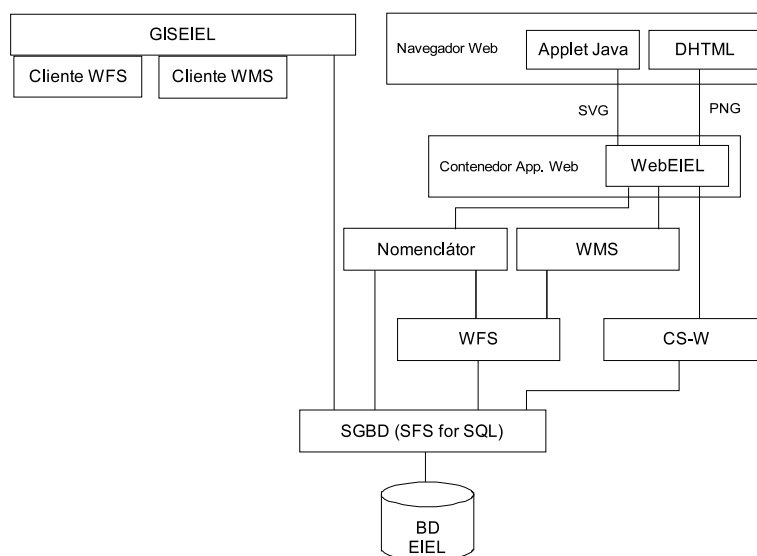


Figura 1 Arquitectura del nodo ideAC

metadatos (CS-W [12], ISO 19115 [7]). El servicio de entidades es el encargado de servir la información del sistema utilizando el estándar Web Feature Service del OGC [12]. Utilizando este servicio, cualquier cliente del nodo ideAC puede obtener la información geográfica en formato GML (Geographic Markup Language) representable en un sistema de información geográfica sin que los objetos pierdan su identidad y sus valores alfanuméricos asociados. Para la implementación de este servicio se utilizó Deegree [4] por funcionar más eficientemente que otras implementaciones y a pesar de su falta de interfaz de usuario para tareas de administración.

Con respecto al nomenclátor, hemos tenido que realizar el análisis, diseño e implementación completos de un servicio de nomenclátor que siga la especificación Gazetteer Service para WFS [13] definida por el OGC y la norma del Modelo de Nomenclátor de España [2] propuesta por el Consejo Superior Geográfico. El sistema ha sido diseñado como un conjunto de módulos totalmente independientes que facilite la reutilización de los mismos. El servicio de nomenclátor se encuentra sobre el WFS ya que un servicio que implementa la especificación WFS-G debe

responder también a peticiones WFS. En nuestro caso, este tipo de peticiones se delegan en el servicio WFS del nodo ideAC y nuestro servicio actúa únicamente como pasarela.

Por otra parte, el servicio de catálogo y metadatos permite a cualquier usuario del nodo ideAC consultar qué información está disponible en el nodo, cómo se relaciona esta información con otros elementos del nodo, y toda la información adicional que el estándar ISO 19115 [7] permite representar de cada elemento de información. Este servicio también es una implementación propia.

Un nivel por encima de estos dos servicios se encuentra el servicio de mapas (WMS, [17]). Este servicio se utiliza para producir cartografía a partir de la información geográfica almacenada en el sistema. En este caso el resultado de una consulta es un mapa representado como una imagen que contiene la información solicitada y en la que los elementos individuales pierden su identidad así como la información alfanumérica asociada. Para la implementación de este servicio hemos utilizado Deegree [4].

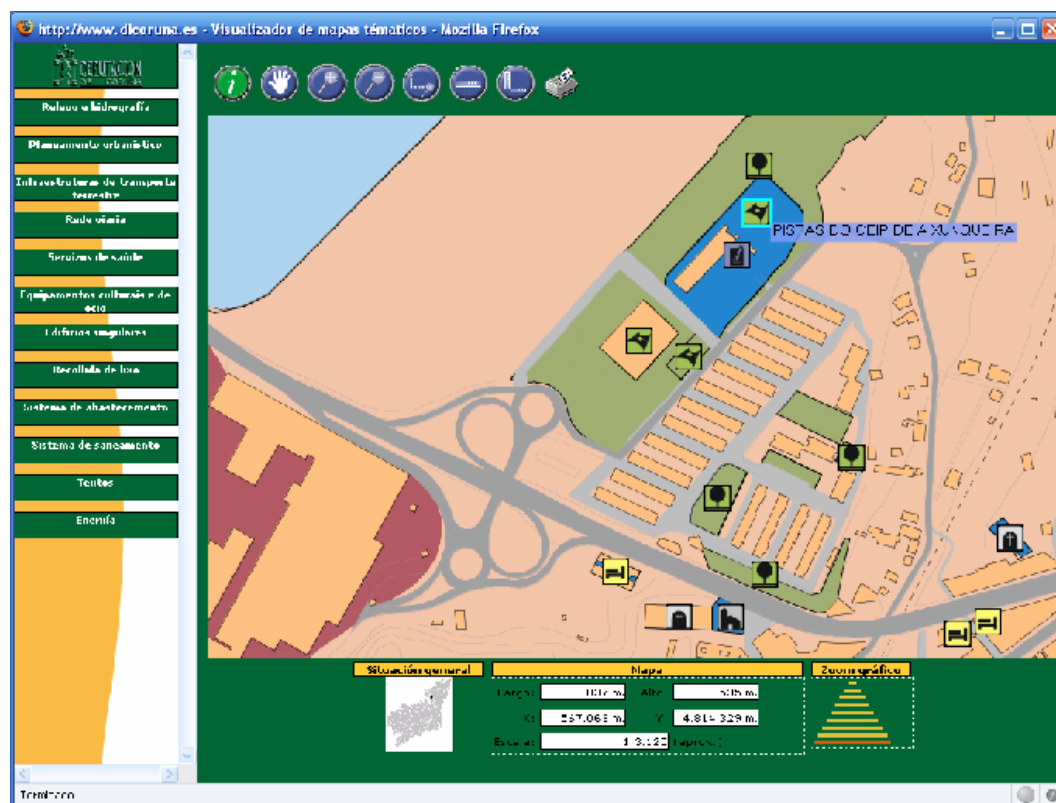


Figura 2 Visualizador de mapas basado en un applet Java

Finalmente, sobre estos dos servicios se sitúa la interfaz de usuario de la aplicación webEIEL propiamente dicha. Esta interfaz es la responsable de ofrecer a los usuarios un entorno amigable para consultar la cartografía, el catálogo, los metadatos, el nomenclátor, y para realizar todas las tareas descritas en la sección anterior. En esta interfaz de usuario se ha decidido ofrecer dos modos de funcionamiento con diferente funcionalidad y orientados a distintos tipos de usuario. El primero de ellos fue diseñado para uso de los usuarios técnicos y avanzados, teniendo como principal característica que su funcionamiento es muy similar al de una herramienta de visualización geográfica de escritorio. En este caso se trabaja con mapas vectoriales activos representados en el lenguaje SVG, y la interfaz de usuario en la parte cliente está desarrollada con un applet Java (Figura 2). Las ventajas de esta interfaz de usuario consisten en que el applet Java permite alcanzar un nivel de interactividad con la aplicación difícilmente alcanzable con una aplicación web pura, y que, al trabajar directamente con información vectorial, la calidad de los mapas y la interactividad de los mismos es mucho más elevada. Sin embargo, esta aproximación necesita un mayor nivel de conocimientos por parte del usuario porque es necesario que la máquina virtual de Java esté instalada en el equipo y funcione correctamente, la aplicación tarda más en ejecutarse, su funcionamiento es más complejo y la información tarda más en cargarse en el equipo del usuario.

Por otra parte, para los usuarios en general cuyo principal interese es consultar la cartografía, se ha diseñado una versión mucho más sencilla de la interfaz que utiliza imágenes para visualizar la cartografía y está desarrollada utilizando únicamente tecnologías HTML y JavaScript. Esta versión permite que la aplicación pueda ser ejecutada en cualquier navegador web, sin más requisitos. Además, su sencillez hace que sea indicada para usuarios poco o nada expertos en el manejo de sistemas de información geográfica.

La implementación de webEIEL es en su mayoría un desarrollo propio. Únicamente se utiliza MapBuilder [1] como base para la implementación del visor de mapas usando HTML y Javascript.

5. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo hemos presentado el nodo ideAC de la Diputación de A Coruña tanto en términos de funcionalidad como en términos técnicos. Hemos realizado una breve introducción histórica al camino recorrido por la Diputación de A Coruña en el ámbito de la información geográfica en los últimos años y hemos presentado la funcionalidad del nodo describiendo brevemente la información contenida en el mismo y los servicios que se proporcionan para acceder a la información.

También se ha realizado una descripción de mayor detalle técnico de la arquitectura general del sistema, de los servicios que integran el nodo ideAC, y de los componentes importantes de la aplicación web. Con respecto a la arquitectura general del sistema, se describen los servicios y componentes que la forman, como se relacionan entre sí, los componentes software específicos que implementan cada servicio y componente, y los aspectos técnicos y decisiones que llevaron a elegirlos.

Este trabajo no termina aquí, sino que ya tenemos planificadas las tareas que se han de realizar en los próximos meses. En cuanto al nodo ideAC, las tareas son las siguientes:

- *Módulo de gestión de privilegios de usuario del nodo ideAC.* Permitirá la definición de perfiles de usuario, los correspondientes permisos de acceso diferenciados para los diferentes perfiles, el desarrollo de herramientas de monitorización del uso de ideAC por los diferentes usuarios y grupos de usuarios, etc.
- *Servicio de gestión de la distribución de datos.* Permitirá la distribución en línea desde el nodo ideAC de los datos contenidos en la Base de Datos Territorial de la EIEL (BDT-EIEL).
- *Herramientas de generalización cartográfica.* Permitirán visualizar o hacer uso de datos geográficos a menor escala que aquella a la que fueron recogidos y almacenados en la BDT-EIEL, mediante la transformación en tiempo real por aplicación de técnicas de generalización cartográfica. De este modo, se evitará la necesidad de tener que almacenar cartografía diferente para las diferentes escalas a las que se quieran ofrecer los datos, con el correspondiente ahorro de espacio en disco.
- *Herramienta de integración de los datos de la BDT-EIEL y de la ideAC en aplicaciones de visualización on line.* Posibilitarán la visualización sobre Google Earth y Google Maps de las capas temáticas de la ideAC que el usuario elija.

En cuanto a las aplicaciones gisEIEL y webEIEL, las tareas planificadas son las siguientes:

- *Introducción de la variable tiempo.* Permitirá guardar registros temporales de las modificaciones en los datos contenidos en la Base de Datos Territorial de la EIEL y hacer consultas y análisis en las que se tenga en cuenta a evolución temporal de los datos temáticos
- *Importación y georreferenciación de los datos de fases anteriores de la EIEL.* Partiendo de los registros digitales que se conservan de las ediciones pasadas de la EIEL, desde la actualización de 1988, de tal manera que se puedan hacer análisis de evolución desde la referida fecha.
- *Herramienta de búsqueda.* En la actualidad, ni en webEIEL ni en gisEIEL se pueden realizar búsquedas de elementos concretos de ninguna capa. Esta herramienta proporcionará una interfaz de usuario dónde se podrán indicar el tipo y/o el nombre del elemento buscado y el sistema lo mostrará en la pantalla correctamente situado sobre el mapa.

Agradecimientos La migración a software libre del SIG de la Encuesta sobre Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) de la Diputación Provincial de A Coruña se llevó a cabo mediante un convenio de colaboración entre la Diputación de A Coruña y el Laboratorio de Bases de Datos de la Universidade de A Coruña dirigido por Nieves R. Brisaboa. El trabajo fue dirigido por un comité de seguimiento integrado por Xosé Francisco Freire Corzo, Pedro A. González Pérez, Miguel Lorenzo Turbón y Miguel R. Luaces.

Referencias

1. Community MapBuilder. Portal Web. <http://communitymapbuilder.org/>, Abril 2008.
2. Consejo Superior Geográfico. Modelo de nomenclátor de España v1.0. http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/Propuesta_MNE_v1.0.pdf, 2005.
3. Consejo Superior Geográfico. Núcleo Español de Metadatos. <http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/NEM.pdf>, 2005.
4. Deegree. Portal Web. <http://www.deegree.org/>, Abril 2008.
5. Generalitat Valenciana. gvsig. <http://www.gvsig.gva.es/>, Abril 2008.
6. Global Spatial Data Infrastructure Association. Portal Web. <http://www.gsdi.org/>, Abril 2008.
7. ISO/IEC. Geographic Information - Metadata. International Standard 19115, 2003.
8. ISO/IEC. Geographic Information - Spatial Referencing by Geographic Identifiers. International Standard 19112, 2003.
9. Ministerio de Administraciones Públicas. Portal Web. <http://www.map.es/>, Abril 2008.
10. Ministerio de Administraciones Públicas. Presentación de la EIEL. Disponible en http://www.map.es/documentacion/entes_locales/informacion_socioeconomica_local.html, Abril 2008.
11. MySQL. Portal Web. <http://www.mysql.com/>, Abril 2008.
12. Open Geospatial Consortium. Catalogue Service for the Web (CS-W). <http://www.opengeospatial.org/standards/csw>, Abril 2008.
13. Open Geospatial Consortium. Gazetteer Profile of Web Feature Service. <http://www.opengeospatial.org/standards/requests/36>, 2008.
14. Open Geospatial Consortium. Simple Features Specification For SQL. Revision 1.1. <http://www.opengeospatial.org/standards/sfs>, 2008.
15. Open Geospatial Consortium. Styled Layer Descriptor (SLD) Implementation. <http://www.opengeospatial.org/standards/sld>, Abril 2008.
16. Open Geospatial Consortium. Web Feature Service (WFS). <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>, Abril 2008.
17. Open Geospatial Consortium. Web Map Service (WMS). <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>, Abril 2008.
18. Pedro A. González. A Coruña Province SDI design. MSc in Geographic Information Dissertation, City University, London, 2004.
19. PostGIS. Portal Web. <http://postgis.refractory.net>, Abril 2008.
20. PostgreSQL. Portal Web. <http://www.postgresql.org>, Abril 2008.
21. Unión Europea. Directiva 2007/2/EC del parlamento europeo y del consejo por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad (INSPIRE). <http://www.ec-gis.org/inspire/proposal/ES.pdf>, Marzo 2007.

Índice de Palavras Chave

3D, 406

abastecimento, 866

Açores, 202

actualização cartográfica, 187

aeroporto, 579

água, 44

alterações ambientais, 75

Alterações climáticas, 29

alterações de uso do solo, 29, 614

Ambiente, 495

Análise de padrões espaciais, 422

Análise de Redes Sociais, 482

Análise de requisitos, 406

análise espacial, 215, 602

análise funcional do espaço, 215

análisis de imágenes, 379

anomalia geoquímica, 52

apoio à decisão, 790

ArcGis, 239

ArcView, 269

áreas urbanas, 162

atlas, 162

Autarquia, 239, 621

Automatização, 239

AWiFS, 325

bacia hidrográfica, 269

Bases de Dados, 951

Batimetrias, 17

BGRI, 887

cadastro, 669, 866

Cadastro Rústico, 700

cadastro rústico, 669

cadastro urbano, 669

callejero, 172

Caracterização do Coberto Florestal, 392

Carta de Equipamentos, 621

Carta de Ocupação/Uso do Solo, 751

CartoCiudad, 172

Cartografia, 88

cartografía, 508

cartografia dasimétrica, 255

cartografia de ocupação do solo, 325, 392

cartografia de ocupação/uso do solo, 29

Cartografia de perigo de incêndio florestal, 239

cartografía histórica, 100

Cartografia Multicodificada, 198

cartografía oficial, 172

Cartografia Vectorial, 951

Cascais, 255

categorización del paisaje, 100

caudal de ponta de cheia, 269

Censos de 2011, 887

Centro Histórico de Lagos, 287

CGPR, 361

circulação de fluídos, 63

Classificação automática, 325, 361

CML, 855

Cobertura e ocupação do solo, 422

Cobertura ortorrectificada de imagens aéreas,
751

Competências de Análise Espacial, 468

Comunicações Móveis, 945

comunidad hispanohablante, 967

Comunidades de Aprendizagem, 482

conservação da natureza, 3

Cooperação transfronteiriça, 495, 824

cooperação transfronteiriça, 187, 669

corredores ecológicos, 3

Dados Espectrais, 342

Dados físico-ambientais, 824

dados geográficos, 579

Dados Geográficos Digitais de Arruamentos,
887

Datum local, 876

Desastres, 315

Desenvolvimento Sustentável, 459

Detecção Remota, 315, 422

digitalización, 100

dispositivos móveis, 187

drenagem, 866

earthquake, 229

Ecologia da Paisagem, 422

eLearning, 482

Emergência, 315, 921

Endereços Postais, 887

Ensino à Distância, 482

Ensino Básico e Secundário, 468

Equipamentos, 621

erosão arribas, 790

Espaços Verdes, 855

Espana, 162

estándares, 508

ETRS89, 876

Evaluating Data Quality, 803

exactidão temática, 342, 771

Experiências de Aprendizagem, 468

exposição solar, 406

Feature Analyst, 301

Funções fuzzy, 771

gases com efeito de estufa, 29

Geographic Information, 803

Geoportal, 495

Geoportal intermunicipal, 187

georreferenciación, 172

Geoserver, 135

Gestão Agro-Florestal, 151

gestão ambiental, 88

Gestão de Espaços Verdes, 855
gestão do risco, 255
GIS, 100, 229
governança local, 439
guia inteligente, 648
GUIOMAR, 17

harvesting de catálogos, 520
HEC-HMS, 269
HEC-RAS, 269
hidrodinâmica, 63
hierarquização de funções espaciais, 215
homogeneização de informação, 824

IDE, 495, 508, 520, 543, 550
IDE local, 974
IDEE, 172
identidade do território, 648
IDEs (Infra-estrutura de dados espaciais), 589
IKONOS, 392
imagens infravermelhas, 379
Imagens Aéreas, 392
Imagens de Satélite, 315
Imagens Satélite de Muito Grande Resolução, 392
Incêndios Florestais, 921
indicadores, 459, 579, 721
indicadores de informação ambiental, 520
Indicadores socio-económicos, 824
Influenza Aviária, 127
informação de saúde, 135
Informação Geográfica, 198, 550, 945
informação geográfica, 543
Información geográfica, 508
Informatização, 700
Inspection for Conformance, 803
INSPIRE, 508, 520
Instrumentos de Gestão Territorial, 839
Integração, 721
International Standard, 803
Interoperabilidade, 495
interoperabilidade, 508
interoperabilidade semântica e técnica, 520
Iso 19113 — Quality Principles, 803
Iso 19114 — Quality Evaluation Procedures, 803

Joomla, 135

Land Change Modeler, 839
landslides, 790
Libro SIG, 967
LIDAR, 406
Lisboa, 301
lítio, 52
Localização, 921

Mafra, 839
Manutenção de Estradas, 589
mapas de ocupação de solo, 361
mapas de ocupação do solo, 771

Mapas dinâmicos, 202
Mapbuilder, 135
Mapeamento e gestão de casos de saúde, 135
matriz comparativa, 579
meio rochoso fracturado, 63
melhores práticas, 543
MERIS, 325
metadados, 520
método heurístico, 63
Misclassification, 803
mobile service, 736
Mobilidade, 945
Model Builder, 239
modelação da população, 75, 255
modelação da qualidade da água, 44
modelação espacial, 127
modelação geográfica, 3
modelação hidráulica, 44
modelação terreno, 790
modelling, 736
Modelo DPSIR, 459
Modelo PER, 459
modelos de agitação marítima, 17
Modelos Sólidos 3D, 614
Multi-features, 803
multifuncionalidade potencial, 215
municípios, 439

níveis de detalhe de visualização, 406
Norte de Portugal, 52
NW Portugal, 636

Observação da Terra, 315
Observatório, 495
Ocupação do solo, 839
Oeiras, 255
open source, 899, 921
OpenSource, 151
Ordenamento, 621
ordenamento orla costeira, 790
Orto-imagens, 361
OSGeo, 967

paisagem cultural, 648
paisagem histórica, 100
parcelas de vinha, 449
Parque Nacional da Peneda Gerês, 422
parque patrimonial, 648
Participação Pública, 614
Patos Selvagens, 127
Pegmatitos, 52
planeamento e ordenamento do território, 301
população ambiente, 255
população histórica, 75
Portugal, 29, 229
Portugal Continental, 751
PostGIS, 135
potencialidades económicas, 88
Predição de alterações, 422
Produção cartográfica, 751

Projecção cartográfica, 876
prospecção, 52
Protocolo de Quioto, 29
PT-TM06, 876

qualidade, 44
QuickBird, 301

RAN e REN, 602
recursos naturais, 88, 315
rede, 543
Regras de classificação, 361
Reporting Data Quality, 803
resíduos sólidos, 866
Revisão do PDM, 602
Risco Sísmico, 287

Sampling, 803
SDI, 543
Seismotectonic, 229
Servicio de Catálogo, 974
Servicio de Nomenclátor, 974
servicios OGC, 172, 508
serviços móveis com base em localização, 899
Servidores de Mapas, 974
SGP (Sistema de Gestão de Pavimentos), 589
SIG Municipal, 621
SIG raster, 75
sistema de informação da vinha e do vinho, 449
Sistema de Referenciação Geográfica, 876
Sistemas de Gestão de Situações de Emergência, 287
Sistemas de Informação, 855
Sistemas de Informação Territorial, 636
software livre, 951, 967, 974
spatial analysis, 736
SpringWeb, 151

Tecnologias de Informação Geográfica, 468
Território, 495, 721
Textura, 342
toponímia, 100
Transformação de coordenadas, 876
Transportes, 721
Turismo na natureza, 202
turismo sustentável, 648

urban harvest, 736
urban planning, 736
urbanismo, 162
urbanização, 75

vectorización automática, 379
vivienda, 162

Web, 198
web mapping, 899
WebGIS, 151, 202
WFS, 974
WMS, 974

workshop, 543
zonas inundáveis, 269